EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE
ET DES TRAVAUX PUBLICS.

PHARES ET BALISES

EXTRAIT
du Catalogue du Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics.

PARIS

1867

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE

ET DES TRAVAUX PUBLICS.

NOTICES SUR L'EXPOSITION

DU SERVICE

DES PHARES ET BALISES



I

MÉMOIRE SUR L'ÉCLAIRAGE ET LE BALISAGE

DES COTES DE FRANCE.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un volume de texte in-quarto et un atlas in-folio.

Mémoire sur l'éclairage et le balisage des côtes de France, par M. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, etc., publié par ordre de S. Exc. M. Armand Béhic, ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. — Paris, imprimerie impériale, 1864.

II

PHARE DES ROCHES-DOUVRES.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Édifice dans le parc.

Le plateau des Roches-Douvres est le plus avancé au nord des innombrables écueils qui rendent si dangereuse la navigation des côtes de Bretagne. Il est situé à peu près à égale distance entre l'île de Bréhat et l'île de Guernesey, à vingt-sept milles marins environ, au large du port de Portrieux.

La nécessité d'établir un phare sur ce point est reconnue depuis longtemps; mais la construction d'une haute tour en maçonnerie dans des parages où la mer est habituellement très-grosse, parce que les courants de marée y sont de grande intensité, devait présenter beaucoup de difficultés et exiger par suite des dépenses considérables, alors surtout qu'on ne pouvait disposer que de bateaux à voile qui, obligés de prendre par le travers, à l'aller comme au retour, des courants qu'ils n'auraient pu surmonter, eussent été fréquemment condamnés à des voyages infructueux. Les constructions en fer et la navigation à vapeur ont paru résoudre le problème, et dans sa séance du 24 janvier 1862, la com-

mission des phares a proposé de signaler les Roches-Douvres par un phare de premier ordre à feu scintillant. Elle votait en même temps l'établissement d'un feu flottant aux abords d'un plateau voisin, celui des Minquiers, non moins redouté par les navigateurs.

Ces propositions ont été accueillies par M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics; le phare des Minquiers est allumé depuis le 25 décembre 1865, on exécutera en 1867 la base en maçonnerie sur laquelle doit s'élever celui des Roches-Douvres, et ce dernier édifice, qui est actuellement monté dans l'enceinte du Champ de Mars, sera mis en place l'année suivante.

La roche appelée à le recevoir est située à peu près au milieu du côté sud du plateau, elle s'élève au niveau des hautes mers, et le soubassement en maçonnerie de l'édifice doit avoir 2^{m},10 de hauteur. La tour métallique a 48^{m},30 de hauteur depuis son pied jusqu'au niveau de la plate-forme supérieure et 56^{m},15 jusqu'au sommet de la lanterne. Son diamètre, qui est de 11^{m},10 à la base pour le cercle inscrit, est réduit à 4 mètres au sommet.

Le foyer de l'appareil d'éclairage dominera de 53 mètres le niveau des plus hautes mers.

Un escalier en fonte occupe le centre de l'édifice, les magasins et logements de gardiens sont distribués au pied de la construction, et sont surmontés de deux galeries intérieures où pourraient être recueillis des naufragés et où coucheront les ouvriers que des circonstances exceptionnelles pourront appeler à passer quelques jours dans le phare.

Les logements se composent d'un vestibule, dans lequel sont arrimées les caisses à eau, d'un magasin, d'une cuisine, de trois chambres de gardiens et d'une chambre réservée pour les ingénieurs en tournée d'inspection.

Une soute à charbon est ménagée dans l'épaisseur du massif au-dessous de la cage de l'escalier.

La plupart des phares métalliques exécutés jusqu'à présent sont formés de feuilles de tôle plus ou moins épaisses qui sont rivées entre elles. Ce système n'a pas paru devoir être adopté ici; en premier lieu, parce qu'il fait reposer la solidité de l'édifice sur une enveloppe, qui, grandement exposée à l'oxydation, ne peut être de longue durée, surtout si l'entretien est négligé; en second lieu, parce que la pose des rivets et le mode de construction exigent des ouvriers spéciaux et des échafaudages difficiles à établir sur une roche de dimensions restreintes. On s'est donné pour conditions :

1° De rendre l'ossature de l'édifice indépendante de l'enveloppe extérieure, de la mettre à l'abri des embruns de mer, qui sont une cause énergique d'oxydation, d'en faciliter la visite et l'entretien, et de réduire autant que possible l'étendue des surfaces qui pourraient retenir l'humidité;

2° De disposer la construction de telle sorte que la tour pût s'installer sans échafaudages montant de fond, et sans qu'il fût nécessaire de poser un seul rivet sur place.

On s'est attaché d'ailleurs à ne pas admettre de pièces de telles dimensions qu'il en résultât des difficultés d'embarquement, d'arrimage à bord ou de montage.

Seize grands montants, composés chacun des quinze panneaux sur la hauteur, constituent l'ossature de la construction. Chaque panneau est formé de fers à simple T, assemblés, consolidés et rivés de manière à être parfaitement solidaires, et à ne pas se prêter à la déformation sous les plus fortes actions qu'on puisse prévoir. Ces panneaux se boulonnent les uns sur les autres, et des entretoises, appliquées tant

au dedans qu'au dehors et également boulonnées, maintiennent les montants dans leurs positions. Enfin, sur ces dernières entretoises et sur les faces extérieures des montants, s'appuient les feuilles de tôle constituant l'enveloppe, dont les joints sont couverts par des plates-bandes en fer, et qui sont fixées par des boulons.

Chaque montant porte à son sommet une console en fonte, au-dessus de laquelle est établie en encorbellement la plate-forme qu'exige le service extérieur de la lanterne, et repose à son pied sur un grand patin également en fonte, que saisissent six boulons de scellement en fer, et qui sera noyé dans un massif de béton.

Des cloisons en briques entourent les chambres; celles de l'extérieur sont tenues à $0^{m},05$ de l'enveloppe en tôle, de manière à abriter efficacement. Une aire en béton élève le sol à $0^{m},40$ au-dessus du couronnement du patin en fonte, et un plancher en maçonnerie, reposant sur de petites solives en fer, forme le plafond.

Une chambre de service est ménagée au sommet de la tour; elle communique avec la chambre de la lanterne par une échelle de meunier en fonte, ainsi qu'il est d'usage.

L'escalier de la tour est en fonte avec limons en fer. Le limon extérieur est boulonné contre les montants qu'il rencontre, et il contribue ainsi à la rigidité du système. Une demi-révolution de l'escalier correspond exactement à la hauteur d'un panneau, soit $3^{m},20$.

La porte d'entrée est exécutée en chêne avec ferrements en bronze; tous les châssis des fenêtres sont en fer laminé.

Les fers à T, pliés suivant les angles du polygone, pour former l'arête extérieure des panneaux, ont $0^{m},18$ sur $0^{m},10$. Ils pèsent 31 kilogrammes le mètre. Ceux qui constituent les trois autres côtés des panneaux ont $0^{m},20$ sur $0^{m},10$, et

pèsent 35 kilogrammes par mètre. Les panneaux des trois premiers rangs ont chacun une écharpe en diagonale, laquelle est composée d'un fer méplat de 0m,14 sur 0m,014 uni, au moyen de rivets, à deux fers à T de 0m,130 sur 0m,065. Cette écharpe, rivets compris, pèse 44 kilogrammes par mètre.

Les entretoises sont formées de fer méplat de 0m,080 sur 0m,016, du poids de 9k,689 par mètre.

L'épaisseur de la tôle diminue depuis l'étage inférieur, où elle est de 0m,010, jusqu'au sommet, où elle est réduite à 0m,007.

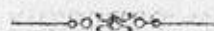
Les couvre-joints sont exécutés en fer plat de 0m,011 d'épaisseur.

Les dépenses de la construction métallique, y compris le montage et le démontage dans le champ de Mars sont évaluées ainsi qu'il suit :

16.880 kilog. de fonte ordinaire à 0f,40.	6.752f,00
47.090 kilog. de fonte ajustée à 0f,55.	25.899 ,50
219.380 kilog. de fers et tôle à 0f,70.	153.566 ,00
20.450 kilog. de fers ajustés à 1f,40.	28.630 ,00
1.065k,50 de bronze à 6f,20.	6.606 ,10
5.100 mètres superficiels de peinture au minium à deux couches à 0f,75 le mètre.	3.825 ,00
Menuiserie, ferrures des portes et fenêtres et objets divers à régler à prix débattus.	2.000 ,00
Total.	227.278f,60
Somme à valoir pour dépenses imprévues.	22.721 ,40
Montant total de l'estimation.	250.000f,00

Ingénieurs : MM. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, et Émile Allard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Constructeur : M. Rigolet.



III

TOURELLE DE FEU DE PORT.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Édifice sur la berge de la Seine.

La plupart des entrées de ports sont signalées par un feu de faible intensité, qui est allumé au sommet d'une tourelle en maçonnerie construite sur le musoir de la jetée, et il importe de réduire autant que possible le diamètre de ce petit édifice afin de ne pas entraver la circulation. La tôle de fer est donc préférable sous ce rapport à la pierre de taille, et elle a en outre le mérite de rendre facile le transport de l'édifice lorsque les circonstances obligent à prolonger la jetée.

Un type a été adopté par l'administration des travaux publics pour les tourelles de ce genre, lesquelles s'exécutent à Paris. L'une d'elles est placée sur la berge de la Seine.

Elle a 8 mètres de hauteur depuis le sol jusqu'à la plate-forme, $1^m,71$ de diamètre à la base et $1^m,49$ au sommet.

Sa section est octogonale, et elle est formée de montants en fer à T dont les branches, pliées suivant l'angle voulu, se

profilent au dehors et y forment couvre-joints. Les panneaux en tôle sont boulonnés sur eux.

Les fers à T ont 0m,18 sur 0m,10 et pèsent 30 kilogrammes par mètre courant. Les feuilles de tôle ont 0m,006 d'épaisseur. Le prix de la construction s'élève à 9.000 fr., non compris le transport et la mise en place.

Ces tourelles sont peintes en blanc, de même que les têtes des jetées, afin de se bien détacher sur les terres.

Ingénieurs : MM. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, et Émile Allard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Constructeur : M. Rigolet.

IV

PHARE DES TRIAGOZ.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Modèle à l'échelle de $0^m,04$.

Le phare des Triagoz est destiné à signaler l'écueil de ce nom, situé dans la Manche, à l'est des Sept-Iles.

Il est représenté par un modèle en relief.

Cette construction est décrite ainsi qu'il suit dans le *Mémoire sur l'éclairage et le balisage des côtes de France.*

« Le phare des Triagoz (troisième ordre) est établi sur « un rocher isolé en mer, mais cette base s'élève au-dessus « du niveau des plus hautes eaux (8 mètres), et permettait, « par conséquent, d'autres dispositions que celles des « phares dont la base plonge dans la mer.

« L'édifice consiste en une tour carrée, avec cage d'es- « calier en saillie sur l'une de ses faces. Au niveau du sol « est un vestibule accompagné d'un magasin de chaque « côté, et conduisant à l'escalier. Trois chambres, dont une « réservée pour les ingénieurs, s'élèvent au-dessus du rez- « de-chaussée. Elles sont voûtées en arc de cloître et sont

« munies de cheminées. Au sommet de la tour est la cham-
« bre de service, qui sert en même temps de magasin pour
« les objets redoutant les atteintes de l'humidité, et d'où
« part l'escalier en fonte qui aboutit dans la chambre de
« la lanterne.

« Une plate-forme épousant la forme du rocher entoure
« l'édifice; on y accède au moyen de rampes d'escalier,
« qui se développent sur le flanc de la roche, et ont leur
« point de départ du côté où l'accostage est le plus facile.
« Sous sa partie antérieure sont ménagés des magasins
« pour dépôt de bois et autres matières, et un petit réduit,
« établi à son extrémité, vient ajouter encore au phare
« d'utiles dépendances.

« Le plateau des Triagoz est très-étendu; il a près de
« quatre milles de longueur, de l'est à l'ouest, sur environ
« un mille de largeur; mais on n'en voit émerger que des
« têtes isolées, même par les plus basses mers. Le rocher
« choisi pour recevoir la construction est la pointe la plus
« élevée du côté sud, et limite, par conséquent, vers le
« nord, le chenal que suit la navigation côtière. Il présente
« au midi une paroi presque verticale, et il se prolonge, en
« s'abaissant à l'opposé, de manière à former à mer basse
« une petite crique ouverte à l'est. C'est par là et pendant
« trois à quatre heures de mer basse qu'il est le plus ac-
« cessible. La profondeur d'eau qui est de 20 mètres, dans
« les plus basses mers, au pied du rocher du côté du sud,
« augmente rapidement à mesure qu'on s'éloigne; le fond
« est de roche et les courants de marée sont d'une telle
« violence sur ce point, qu'on a dû renoncer à l'espoir, qui
« avait été conçu d'y maintenir un navire au mouillage
« pendant la belle saison, pour servir au logement des
« ouvriers.

« On a donc dû installer une cabane dans la partie ré-
« pondant au vide de la tour, immédiatement après avoir
« dérasé le sommet de la roche. Elle entourait un mât ver-
« tical, placé au centre de la construction et armé d'une
« corne à sa partie supérieure pour le montage des pierres.
« Le débarquement des matériaux s'opérait au moyen de
« mâts de charge semblables installés sur le rocher, l'un
« à l'entrée de la petite crique du nord, l'autre sur l'extré-
« mité sud-est de la roche. Il s'opérait avec promptitude
« toutes les fois que l'état de la mer permettait l'accos-
« tage.

« La construction est exécutée en moellons avec chaînes,
« socles, encadrements et corniche en pierres de taille de
« granit. Les parements de ces pierres présentent de vigou-
« reux bossages rustiqués. »

Les moellons de parements entre les angles en pierres de taille sont en granit rouge de Ploumanac'h. La pierre de taille provient de l'Ile-Grande. Elle est d'un gris bleuâtre et d'un grain fin. Ce contraste de couleurs fait ressortir vigoureusement les lignes de la construction que bien peu de personnes sont appelées à voir de près.

Les travaux ont été commencés en 1861 et terminés en 1864. Ils ont présenté de sérieuses difficultés, surtout dans la première campagne où, chaque jour, l'atelier a dû être ramené du chantier à terre, à 21 kilomètres de distance.

La violence de la mer est telle que, depuis l'achèvement de l'édifice, les lames ont plusieurs fois couvert en grand toute la plate-forme inférieure et projeté l'embrun jusqu'à la hauteur de la plate-forme supérieure.

Néanmoins la construction a pu être terminée sans accident, et sans qu'aucun des ouvriers ait été blessé.

La dépense totale s'est élevée à 300.000 fr. environ.

Les travaux ont été exécutés en régie sous la direction de MM. Dujardin, ingénieur en chef, et Pelaud, ingénieur ordinaire, rédacteur du projet, et sous la surveillance assidue de MM. Abgrall, conducteur, et Perron, chef d'atelier.

V

PHARE DE LA BANCHE.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Trois modèles à l'échelle de $0^m,04$.

Le phare de la Banche, commencé en 1861 et allumé le 15 août 1865, est situé à l'ouest-sud-ouest de l'embouchure de la Loire, à 9.500 mètres de la terre la plus voisine, à 13 kilomètres du Pouliguen et à 24 kilomètres de Saint-Nazaire, les seuls ports où l'on pût préparer et embarquer les matériaux.

Il est établi sur le banc du Turc, d'une superficie d'environ 4 hectares, qui n'émerge que de quelques décimètres dans les plus basses mers, et fait partie du grand plateau de la Banche, lequel court du nord-ouest au sud-est sur une longueur de 7 kilomètres avec des largeurs variables de 1.500 à 2.500 mètres, en séparant le chenal du nord de celui du sud Ce plateau, sur lequel il ne reste que de 1 à 5 mètres d'eau de basse mer, est parsemé de roches en saillie et constitue le plus sérieux danger de l'entrée de la Loire. Il est d'ailleurs, comme tous ceux de la seconde ligne d'écueils de cette portion des côtes de France, formé de roches calcaires des terrains tertiaires.

Les courants ne sont pas très-forts dans le voisinage du plateau, mais les grandes lames de l'Atlantique qui viennent aborder cette sorte de barrage sans avoir jusque-là rencontré aucun obstacle, acquièrent une telle violence que, durant l'hiver qui a suivi l'achèvement des maçonneries, les paquets de mer ont non-seulement franchi la hauteur de la tour et la corniche très-saillante qui la couronne, mais sont venus disloquer la charpente, cependant très-solide, de la toiture conique provisoirement établie au-dessus de la tourelle.

A la grande distance où le phare devait se trouver des ports d'embarquement des ouvriers et des matériaux, on ne pouvait songer à rentrer après chaque marée. Il fallait, sous peine de perdre un temps précieux et de se laisser entraîner par suite dans des dépenses considérables, faire mouiller dans le voisinage, autant du moins que l'état de la mer le permettrait, la petite flottille d'embarcations employée à la construction. Cette flottille se composait de deux gabares de 40 et 50 tonneaux de jauge, d'un petit sloop à vapeur de 10 chevaux et de trois grands canots dont un de sauvetage. La nécessité de pouvoir sortir à toute marée du port du Pouliguen, ou d'y trouver au besoin un refuge, ne permettait pas d'employer d'embarcations d'un plus fort tonnage.

Le banc du Turc, à moins d'un calme tout à fait exceptionnel, ne peut être abordé qu'en un seul point, dans le nord. C'était en conséquence dans le voisinage de ce point qu'on avait primitivement choisi l'emplacement du phare; mais lorsqu'on a voulu préparer l'encastrement des fondations, on a reconnu que ce qui semblait du rocher en place n'était qu'un amas d'une grande épaisseur de moellons calcaires d'assez fortes dimensions arrachés par la mer au

plateau de la Banche, et agglutinés par un sable plus ou moins vaseux. Il fallait à tout prix cependant s'établir sur le noyau solide du banc, et ce n'est que tout à fait dans le sud, à 95 mètres du point de débarquement, sous l'action directe de la mer du large, qu'on a pu le rencontrer à des hauteurs variant de $0^{m},90$ à $0^{m},20$ seulement en contre-haut des plus basses mers de vives eaux.

La surface de ce rocher était résistante, sans beaucoup de fissures, et paraissait au moins assurer de bonnes fondations ; mais quand on l'a attaqué pour encastrer les premières assises, on a constaté qu'en bien des points cette résistance diminuait rapidement, que le rocher devenait de plus en plus tendre, et se transformait même parfois en une sorte d'amas de matières calcaires non agrégées, d'une consistance analogue à celle d'un sable vaseux. Sous ces amas, à des profondeurs variant de $0^{m},60$ à $2^{m},10$, on retrouvait heureusement le rocher solide, et quand il a été démontré par de nombreux sondages qu'ils ne constituaient pas une couche générale, qu'ils ne remplissaient que des poches plus ou moins importantes, on s'est résigné à les rechercher avec le plus grand soin, à les vider autant que pouvaient le permettre les batardeaux qu'il fallait établir à la hâte à chaque marée, le plus souvent avec le goëmon qu'on avait sous la main, puis à les bloquer à bain de mortier de ciment de Portland jusqu'à des profondeurs qui ont atteint 2 mètres en contre-bas des plus basses mers.

Pendant qu'on exécutait ces laborieuses fondations, on avait à se préoccuper de l'approche des matériaux nécessaires à la construction de la tour. On ne pouvait songer à engager les embarcations au sud du banc pour leur faire accoster l'ouvrage, et on a dû prendre le parti d'établir, en travers même de ce banc, une digue d'un peu plus de

100 mètres de longueur, dont le couronnement, porté à $0^{m},50$ en contre-haut du niveau moyen de la mer, était assez large pour recevoir une voie de fer destinée à conduire au pied du phare les matériaux débarqués sur le musoir nord que devaient accoster les embarcations et où une grue serait installée. Cette digue, tracée nord et sud, tangentiellement à un cercle de 10 mètres de rayon concentrique à la tour, suivait à son extrémité sud ce cercle sur environ 120 degrés, en abritant aux débuts les maçonneries contre la lame du sud-ouest et les premiers efforts de la marée montante. Exécutée assez rapidement avec les moellons mêmes du banc et des ciments à prise rapide, elle a été terminée en même temps que les fondations qui, commencées le 14 mai 1862, après deux mois de recherches et de sondages, étaient à la fin de la campagne élevées de 1 mètre au-dessus des plus basses mers.

Ce résultat, qu'on n'avait obtenu qu'en restant au mouillage tant que la mer permettait de tenir, pour ne pas perdre une seule des heures si peu nombreuses dont on pouvait disposer dans les conditions où on se trouvait placé, assurait l'achèvement relativement rapide de l'ouvrage.

Le phare était projeté d'après le type des phares de troisième ordre en mer, et devait consister en une tour en maçonnerie dont le soubassement à courbure elliptique eût reposé sur un massif de fondation de $1^{m},60$ d'épaisseur. Mais en présence de la mauvaise nature du rocher, il a paru prudent de réduire la hauteur de la tour et d'augmenter de 1 mètre l'épaisseur du massif de fondation en le maçonnant avec mortier de ciment de Portland à parties égales de ciment. En agissant ainsi, on a eu pour but non pas de diminuer le poids de la tour, puisque le cube des maçon-

neries est resté sensiblement le même (1.224^{m},83 au lieu de 1.228^{m},67), et que d'ailleurs la pression exercée par centimètre carré était déjà faible (1^{k},68), mais bien de réduire la longueur du bras de levier de la puissance qui tend au renversement dans les coups de mer, et d'établir cette tour sur un véritable monolithe suffisamment solide pour ne pas se rompre en présence d'inégalités de résistance du sol de fondations. La hauteur totale de l'ouvrage est de 26^{m},525, et le plan focal de l'appareil se trouve établi à 21^{m},225 au-dessus des plus hautes mers, ce qui suffit pour la portée assignée au feu.

La tour qui renferme une cave, un vestibule, une cuisine, deux chambres de gardiens et la chambre de service, est, à part de légères modifications de détails dont les modèles seuls permettent de bien se rendre compte, couronnée et aménagée comme toutes celles des phares de troisième ordre en mer.

Le seuil de la porte d'entrée du vestibule n'est qu'à 2 mètres au-dessus des plus hautes mers, mais comme cette porte est placée au nord, à l'abri des lames du large, elle n'est que très-rarement atteinte par la mer et jamais de manière à inspirer des inquiétudes. Il a seulement fallu se réserver la possibilité de protéger la fenêtre qui lui fait face, et l'on a eu recours à cet effet à un volet logé dans une feuillure et formé d'une planche de cuivre épaisse montée sur un cadre en bronze, qui épouse la double courbure du parement du soubassement.

Tous les escaliers sont en fonte avec limons en tôle. On a substitué aux voûtes en pierres de taille, ou en briques, qui séparent d'ordinaire les étages, des planchers formés de poutres en tôle et cornières dont les vides sont remplis de maçonneries de briques. On a cherché non-seulement à ob-

tenir ainsi un volume d'air plus considérable dans les chambres, mais encore à contribuer à la consolidation de la partie creuse de la tour, maintenue d'ailleurs par trois ceintures en fer de $0^m,050$ d'épaisseur sur $0^m,070$ de hauteur noyées dans la maçonnerie à différents niveaux.

L'appareil catadioptrique donne un feu fixe rouge.

Comme on l'a fait jusqu'ici pour les phares de troisième ordre en mer, on avait prévu l'emploi, en parement dans la partie pleine, en entier dans la partie creuse, de pierres de taille de granit de grandes dimensions. Ces matériaux devaient provenir des carrières des bords de la Loire, mais aucun entrepreneur ne s'étant, lors de la mise en adjudication, présenté pour soumissionner cette fourniture difficile, les ingénieurs ont été autorisés à la faire en régie, en substituant toutefois, partout où cela semblait possible sans inconvénients, aux pierres de haut appareil, de petits matériaux que l'on chercherait à se procurer sur la côte voisine de la Banche.

Le couronnement du massif des fondations a été exécuté en granit très-dur de la carrière de Lavau, qui approvisionne les travaux du port de Saint-Nazaire ; la corniche, le couronnement du phare et le soubassement de la lanterne, ont été établis en très-beau granit de la carrière de la Conterie, près de Nantes. Dans le surplus de l'édifice, le granit de la côte a été exclusivement employé, tant en parement extérieur qu'en parement intérieur, sous formes de moellons taillés de $0^m,225$ de hauteur d'assise, $0^m,50$ de longueur de queue moyenne (sans descendre au-dessous de $0^m,40$) et de $0^m,40$ à $0^m,55$ de longueur, sauf pour les encadrements des ouvertures où il a reçu de plus fortes dimensions.

Les travaux, fourniture, transport et emploi des matériaux, ont été exécutés entièrement en régie.

Les dépenses se sont élevées à 374.280f,85 y compris l'appareil d'éclairage.

Le phare de la Banche a été projeté et exécuté sous la direction de M. Chatoney, ingénieur en chef des ponts et chaussées, par M. Leferme, ingénieur des ponts et chaussées.

Les travaux ont été conduits par MM. Salley, conducteur, et Butat, agent secondaire.



VI

PHARE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE.

—

MINISTÈRE DE LA MARINE ET DES COLONIES.

Un modèle à l'échelle de $0^m,04$.

Le phare que représente ce modèle a été installé en 1865 sur l'îlot Amède, à 13 milles de Port-de-France, dans la Nouvelle-Calédonie.

Il est entièrement exécuté en fer, suivant des dispositions analogues à celles du phare des Roches-Douvres, qui ont été décrites plus haut.

Il a été fondé sur un massif en béton dans lequel ont été noyés les patins en fonte qui supportent les montants.

La tour a 45 mètres de hauteur depuis le niveau du sol jusqu'à la plate-forme de couronnement, et le foyer de l'appareil à feu fixe qu'elle supporte domine de 50 mètres le niveau des plus hautes mers.

Les dépenses de la construction métallique se sont élevées, y compris montage et démontage à Paris, à la somme de $228.706^f,75$ laquelle se compose ainsi qu'il suit :

Fonte ordinaire pour patin des fondations et socle du rez-de-chaussée 82.093 kilog. à $0^{f},40$.	$32.837^{f},20$
Fonte ouvragée pour porte, corniche, escaliers, $45.887^{k},48$ à $0^{f},55$.	25.238 ,11
Fers et tôles, $193.466^{k},89$ à $0^{f},70$.	135.426 ,82
Fers ajustés pour chambranles, châssis, rampes, etc., $17.872^{k},97$ à $1^{f},40$.	25.022 ,16
Peinture au minium à trois couches, $5.059^{m},23$ à 1 fr.	5.059 ,23
Bronzes, main courante en acajou, vitrage, modèles, etc. . . .	5.123 ,23
Total.	$228.706^{f},75$

On ne pouvait songer à élever une construction en maçonnerie sur un îlot désert, dans une colonie dépourvue de ressources, et l'installation de la tour métallique a même présenté d'assez grandes difficultés ; mais elles ont été très-habilement surmontées par M. Bertin, conducteur des ponts et chaussées, chargé de la direction du travail. Le nouveau feu, qui est appelé à rendre les plus grands services à la navigation, a été allumé pour la première fois le 15 novembre 1865.

Les travaux ont été exécutés par ordre de M. le ministre de la marine.

Auteurs du projet :

MM. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, et Émile Allard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Constructeur de la tour métallique et du modèle, M. Rigolet.



VII

PHARE DU CRÉAC'H

(ILE D'OUESSANT).

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Une feuille de dessins à l'échelle de $0^m,04$.

Le phare du Créac'h est établi sur la pointe ouest de l'île d'Ouessant. Il est destiné à signaler, mieux que ne le faisait l'ancien phare placé sur l'extrémité orientale de l'île, un atterrage que viennent reconnaître non-seulement les navires qui veulent entrer à Brest, mais encore la plupart de ceux qui, arrivant de la haute mer, cherchent l'entrée de la Manche.

La construction se compose d'une tour de 43 mètres de hauteur depuis le niveau du sol, et de bâtiments de servitudes contenant le magasin, les pièces réservées aux ingénieurs, et trois logements pour les gardiens et leurs familles. Un passage couvert relie la tour aux servitudes. Une cour de service est établie en arrière des bâtiments.

A l'intérieur la tour présente un vide cylindrique de 4 mètres de diamètre dans lequel est établi un escalier en vis à jour, composé de cent quatre-vingt-quatre marches et for-

mant cinq révolutions et demie environ. Cet escalier est éclairé par dix-huit fenêtres, et se prolonge par une échelle en fonte jusqu'à la chambre de service. Une seconde échelle de fonte met en communication cette chambre avec celle de la lanterne, dont le diamètre est aussi de 4 mètres et dont le pourtour est revêtu de dalles en marbre.

Les servitudes se composent d'un corps de logis présentant 42 mètres de longueur sur $7^{m},70$ de largeur, et de deux pavillons en aile.

Les logements des gardiens sont parfaitement isolés les uns des autres. Chacun d'eux se compose d'une cuisine, d'une chambre et d'un cabinet situés au rez-de-chaussée, et de la partie correspondante des greniers. Un escalier spécial pour chaque gardien conduit au grenier dont il a la jouissance; chaque logement possède aussi ses dégagements particuliers, tant sur la cour antérieure que sur la cour de service.

Les appartements réservés se composent d'une chambre et d'un cabinet pour l'ingénieur, d'une chambre et d'un cabinet pour le conducteur.

Le phare est approvisionné d'eau au moyen de deux citernes qui recueillent l'égout des toits et qui sont situées l'une dans la cour antérieure, l'autre dans la cour de service.

Indépendamment de ces travaux qui constituent l'établissement même du phare, et qui ont fait l'objet d'une entreprise, l'exécution de cet ouvrage en a exigé d'autres assez importants et qui ont été faits en régie : tels sont la construction d'un petit port et l'ouverture d'une route de 3 kilomètres, pour faciliter le déchargement et le transport à pied d'œuvre des matériaux qui arrivaient par mer du continent.

Le phare du Créac'h a été établi sur un plateau de roche granitique préalablement dérasé. Sauf le soubassement, la corniche et les encadrements des ouvertures, il est entièrement construit en moellons bruts revêtus d'un enduit de ciment de Portland. Jusqu'à la naissance de la corniche, la maçonnerie de la tour a été exécutée avec du mortier de chaux hydraulique de La Rochelle; mais le couronnement de l'édifice a été entièrement maçonné avec du ciment de Portland. Les appareils de pierres de taille de la tour sont en granit de Kersanton; ceux des servitudes, en granit de l'île.

Les maçonneries de la tour ont été complétement exécutées sans aucun échafaudage extérieur et en faisant tout le service du montage des matériaux par le vide de l'escalier. Ce travail n'a donné lieu à aucun accident.

La charpente des servitudes est en chêne de fortes dimensions; elle supporte du reste une toiture très-lourde. Cette toiture est formée d'abord d'un lattis en briques tubulaires posées sur les chevrons, puis d'une couverture en tuiles creuses maçonnées sur ce lattis. Ce système résiste parfaitement aux ébranlements du vent, et a l'avantage de préserver très-bien les édifices des variations de température de l'air extérieur. Commencés en 1860, les travaux ont été terminés en 1863.

Les dépenses se sont élevées à 363.596f,51, y compris l'appareil d'éclairage.

Le projet du phare du Créac'h a été dressé par M. de Carcaradec, ingénieur ordinaire. Les travaux ont été exécutés sous la direction de MM. Maîtrot de Varennes, ingénieur en chef, et Rousseau, ingénieur ordinaire.

Conducteur, M. Delachienne; entrepreneur, M. Tritschler.

VIII

PHARE DE CONTIS.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS

Une feuille de dessins à l'échelle de $0^m,04$.

Le phare de Contis est situé sur le littoral des Landes, à peu près à mi-distance entre le phare du bassin d'Arcachon et celui de Biarritz. Il a été établi dans le but de signaler aux navigateurs une côte inhospitalière, à 900 mètres de la laisse des hautes mers, sur le sommet d'une dune arasée à $11^m,50$ au-dessus du même niveau.

La tour, qui a $36^m,50$ de hauteur, est entièrement séparée des logements et magasins auxquels les circonstances locales obligeaient à donner un assez grand développement. Elle est fondée sur un massif de béton de sable compris dans une enceinte de pieux et palplanches.

La difficulté des transports dans le sable plus ou moins mouvant des dunes obligeait à réduire autant que possible l'emploi de la pierre de taille, et l'on avait espéré que la majeure partie de la construction pourrait être exécutée en briques, à la fabrication desquelles paraissait se prêter un banc d'argile affleurant à proximité du phare ; mais on n'a pu parvenir à créer une usine dans des conditions

acceptables, et l'on a dû substituer aux briques du moellon ferrugineux qu'on a trouvé dans la lande à une distance de quelques kilomètres. La maçonnerie ainsi formée a été revêtue, tant au dehors qu'au dedans, d'un enduit en mortier de Portland.

L'escalier de la tour a été exécuté en fonte avec limons et garde-corps en fer.

L'isolement du lieu et l'absence de voies de communication ont créé à cette entreprise de sérieuses difficultés. Commencés en mai 1861, les travaux n'ont été terminés qu'en novembre 1863. Le phare a été allumé pour la première fois le 20 décembre de cette dernière année.

Les dépenses se sont élevées à la somme de 283.681f,68, y compris l'appareil d'éclairage.

Le projet a été rédigé et exécuté par M. F. Ritter, ingénieur des ponts et chaussées, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Pairier.

Les travaux ont été conduits par M. Roussoulet, conducteur des ponts et chaussées.

IX

PHARE DU CAP SPARTEL

(MAROC).

EMPIRE DU MAROC
ET MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Deux feuilles de dessins aux échelles de $0^{m},04$ et de $0^{m},02$.

Les abords du cap Spartel, qui est situé au sud de l'entrée du détroit de Gibraltar, avaient été le théâtre de nombreux sinistres, lorsque, en 1852, M. Jagerschmidt, gérant de notre consulat à Tanger, proposa d'élever un phare sur ce point. Il paraissait difficile de demander un travail de cette nature au gouvernement marocain, qui, ne possédant pas de marine, pouvait ne s'y reconnaître aucun intérêt, et pouvait même, jusqu'à un certain point, se montrer peu disposé à accueillir une mesure dont l'effet devait être de priver ses sujets du bénéfice, fort immoral assurément, mais assez considérable, qu'ils retiraient des épaves roulées sur leurs plages. Un concours des puissances européennes le plus intéressées dans la question était regardé comme nécessaire pour surmonter les résistances prévues, subvenir aux dépenses de l'entreprise, et assurer plus tard l'entretien du feu.

Soumise à la commission des phares, cette idée y fut

accueillie avec chaleur, et énergiquement appuyée. Malheureusement le concert préalable qu'il s'agissait d'établir souleva des difficultés, et le succès paraissait douteux, sinon impossible, lorsqu'en 1860, de nuit et par une grosse mer, la frégate brésilienne *Doña Isabel*, montée par un nombreux équipage et par les élèves de la marine du Brésil, vint se briser près du cap qu'elle n'avait pu reconnaître. Ce sinistre, plus douloureux qu'aucun des précédents, car deux cent-cinquante hommes y trouvèrent la mort, émut profondément l'opinion publique, rappela le projet présenté, et provoqua l'intervention d'une haute influence dont la sollicitude pour les intérêts généraux de l'humanité n'a jamais été vainement invoquée. Grâce à elle, l'Empereur du Maroc, non-seulement donna son assentiment à la mesure, mais encore s'engagea à subvenir aux dépenses de la construction, sous la seule condition que la France chargerait un de ses ingénieurs de la direction des travaux.

Cette mission, qui était jugée difficile et devait rencontrer bien plus d'obstacles encore qu'il n'était donné d'en prévoir, fut confiée à M. Jacquet, conducteur des ponts et chaussées attaché au service des phares, qui se rendit immédiatement sur les lieux.

Dès le mois de juin 1861, une exploration faite à bord du bâtiment de la marine française *le Coligny* lui avait permis de déterminer l'emplacement à assigner au phare. D'accord avec le commandant de ce navire, il fixa son choix sur un petit plateau s'élevant à 70 mètres à pic du côté de la mer, à 500 mètres environ dans le nord-est de la pointe du cap, d'où l'on découvre un horizon étendu, tant du côté du large que dans la direction du détroit, et où l'on n'a point à redouter les brumes intenses qui couronnent parfois le sommet de la montagne.

L'endroit se trouvait offrir quelques ressources en fait de matériaux de construction, et elles ont été d'autant plus précieuses que des sentiers abrupts et à peine tracés étant le seul moyen de communiquer avec Tanger, le centre de population le plus rapproché, les transports ne pouvaient s'effectuer qu'à dos d'âne, étaient fort dispendieux et n'admettaient pas d'objets d'un poids un peu considérable.

Le plateau est entouré de roches d'un grès fin, d'une dureté suffisante et facile à travailler; à peu de distance au-dessous on a découvert un dépôt calcaire apte à fournir d'excellente chaux; à proximité encore se sont rencontrés de l'argile plastique et un amas de sable siliceux; enfin deux sources légèrement ferrugineuses, qui paraissent ne jamais tarir, sourdent de la roche à quelques mètres au-dessus de la plate-forme. Mais pour tirer parti de ces ressources, il fallait, dans ce désert, installer une exploitation de carrières, une chaufournerie, une briqueterie, des logements pour l'ingénieur et les ouvriers, un service de vivres, etc.; et l'ingénieur n'avait à sa disposition que des hommes pris dans la campagne, réunis et retenus de force, fréquemment renouvelés, peu habiles et surtout fort peu désireux de concourir au succès d'une œuvre qu'ils ne comprenaient pas, et qui était dirigée par un infidèle dont les ordres leur étaient transmis par des interprètes sans autorité. Il y a bien au Maroc des maçons qui ne manquent pas d'un certain art, qui exécutent assez habilement cette ornementation pleine de gracieuses fantaisies d'où l'architecture mauresque tire ses principaux effets; mais on ne pouvait attendre d'eux la solidité de construction qu'exigeait un phare exposé à des pluies diluviennes et aux plus violentes tempêtes. Les tailleurs de pierre ignoraient l'usage de l'équerre et n'admettaient pas qu'on pût mettre en

œuvre des morceaux de telle dimension qu'il ne fût facile à un homme de les transporter. Enfin les charpentiers n'emploient jamais que des madriers et ne se doutent pas de ce qu'est un assemblage. On aurait pu sans doute se procurer des ouvriers en Espagne, mais la main-d'œuvre est à trop bas prix au Maroc pour que le haut fonctionnaire qui avait les travaux dans ses attributions ait pu se résoudre à accorder des salaires comparativement exorbitants, alors surtout que la nécessité ne lui en paraissait pas bien établie.

Le gouvernement français vint au secours de l'ingénieur, en lui envoyant à la fin de 1861 un appareilleur et un tailleur de pierre, et plus tard deux autres ouvriers.

Enfin, grâce au dévouement et à l'énergie de l'ingénieur, cet important travail, exécuté dans des conditions si défavorables, était complétement terminé en 1864, et un feu fixe de premier ordre était allumé au sommet de la tour, le 15 octobre de la même année.

Afin d'assurer la régularité de l'entretien du phare, une convention a été passée entre le Maroc, d'une part, et les représentants des puissances au nombre de dix qui s'y sont reconnues intéressées, de l'autre, savoir : la France, l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, l'Autriche, la Belgique, la Hollande, le Portugal, la Suède et les États-Unis d'Amérique.

Ces puissances contribuent aux dépenses chacune pour 1.500 francs par an, et leurs représentants à Tanger, réunis en commission, statuent sur toutes les mesures à prendre dans l'intérêt du service. Les gardiens du phare sont européens ; ils ont une garde marocaine qui est composée de quatre hommes et d'un caïd, et est à la solde de la commission consulaire.

L'édifice consiste en une tour carrée au dehors, circulaire au dedans, située sur l'un des côtés d'une cour entourée de portiques sous lesquels sont ouverts et éclairés les logements et magasins. Ces salles sont voûtées et couvertes en terrasse. Elles ne sont percées au dehors que de très-étroites ouvertures, de sorte que, la porte étant fermée, les gardiens sont à l'abri des surprises nocturnes et pourraient même résister aux attaques des indigènes de manière à permettre aux secours de Tanger d'arriver en temps utile.

M. l'ingénieur Jacquet a tenu un compte aussi exact que possible des dépenses faites par le Maroc, dépenses dans lesquelles il avait eu la prudence de ne pas intervenir, et qui étaient réglées et soldées par un agent spécial, un amine. Il les évalue à la somme de. . . . . 256.138 fr. y compris l'acquisition de l'appareil lenticulaire, qui a été fourni par MM. I. Sautter et compagnie.

Les dépenses supportées par le gouvernement français se sont élevées à la somme de. 65.736

Total des dépenses. . . 321.874 fr.



X

PHARE DU GRAND-ROUVEAU.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Une feuille de dessins à l'échelle de $0^{m},04$.

Le phare du Grand-Rouveau est établi sur le point culminant de l'îlot de ce nom, lequel fait partie du petit archipel des îles d'Embiez, dernier prolongement occidental de la presqu'île de Sicié. Il a été construit dans le double but de signaler au loin ces atterrages, et d'éclairer le mouillage du Brusc, à l'entrée des ports de Saint-Nazaire et de Bandol.

Le feu est blanc, fixe. L'appareil est lenticulaire de troisième ordre.

L'édifice se compose d'une tour centrale, carrée, de $13^{m},20$ de hauteur. En arrière est le magasin du phare; à droite et à gauche sont des ailes dans lesquelles sont distribués les logements de gardiens et une chambre réservée aux ingénieurs en tournée.

Cet édifice peut être considéré comme présentant un type des dispositions adoptées pour les phares de troisième ordre établis sur terre.

Les fondations de l'édifice reposent sur la roche schis-

teuse qui constitue l'îlot. Les soubassements, les perrons extérieurs, les chaînes d'angle, les encadrements des portes et fenêtres, les corniches, l'escalier vis-à-jour, et le couronnement de la tour carrée, ont été exécutés en pierres de taille de Cassis. Cette pierre est blanche avec quelques veines rosées; elle est très-dure et susceptible d'un beau poli. Le surplus des parements vus est exécuté en moellons calcaires piqués, tirés du Cap de la Cride entre les ports de Bandol et de Saint-Nazaire. Ces moellons sont d'un gris tirant légèrement sur le violet, et le contraste des deux couleurs produit un excellent effet.

On a employé exclusivement dans cette construction la chaux hydraulique de Faverolles ou des Pomets, près de Toulon, et le ciment de Serrebourges, près de Gap.

Les dépenses de construction se sont élevées à la somme de 104.890f,81, y compris l'appareil d'éclairage.

Commencés en 1861, les travaux ont été terminés en 1863.

Le projet a été rédigé et les travaux ont été exécutés par M. Lonclas, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, sous la direction de M. Camme, ingénieur en chef.

Conducteur, M. Vigne.





XI

PHARE DE LA CROIX.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Une feuille de dessins à l'échelle de $0^{m},04$.

La grande passe de l'entrée du Trieux (Côtes-du-Nord) est signalée par deux feux qui sont établis, l'un sur les hauteurs de Bodic, à gauche de l'embouchure, l'autre sur une roche isolée en mer à 2.000 mètres du rivage, la roche La Croix. L'un et l'autre phare n'étant appelés à envoyer de rayons lumineux que dans un espace angulaire très-restreint, consistent en réflecteurs paraboliques qui sont installés dans les chambres supérieures devant des fenêtres ouvertes dans la direction de la passe. Les feux sont scintillants à très-courtes éclipses, de manière à ne pouvoir être confondus avec aucun de ceux des environs.

La roche La Croix dont le sommet dépasse à peine le niveau des plus hautes mers d'équinoxe, présente, entre des faces presque verticales de tous côtés, un plateau irrégulier dans lequel on a pu strictement inscrire la base circulaire de la tour. Celle-ci est divisée en quatre étages surmontés d'une plate-forme formant le seul promenoir dont puissent disposer les gardiens. Le rez-de-chaussée sert de

vestibule et de magasin; le premier étage, de cuisine; le second, de chambre pour les deux gardiens; le troisième renferme la chambre de service et l'appareil d'éclairage.

L'escalier a dû être reporté dans une tourelle accolée à la grande tour, et fondée à 5 mètres en contre-bas du plateau sur lequel celle-ci repose.

Afin de laisser la partie la plus élevée de l'édifice dans l'axe même indiqué par les feux, on a arrêté l'escalier à la hauteur du troisième étage, on ne pénètre donc sur la plate-forme supérieure que par une échelle mobile établie dans la chambre de service.

L'édifice est tout entier construit en pierres de taille de granit provenant de l'Ile-Grande. Les matériaux ont été préparés dans un chantier installé au fond du petit port de Loguivy, à l'est de l'entrée du Trieux. Un chemin de fer les amenait à un embarcadère spécial, où ils étaient chargés sur des gabares qui allaient mouiller au pied même de la roche La Croix. Ce trajet ne présentait pas de difficulté, car la mer est rarement dangereuse dans ces parages. Mais la violence des courants est telle que l'aller et le retour ne pouvaient se faire qu'à des heures déterminées de la marée. On ne pouvait soumettre à ces conditions le transport, sur la roche, des ouvriers chargés de la construction; ils ont été installés sur un petit navire mouillé à demeure près du rocher. Une fois seulement, cette embarcation a rompu ses amarres, et a été obligée de se réfugier à Loguivy.

Le système de montage des matériaux, qui est d'une grande simplicité, a déjà été employé dans plusieurs circonstances analogues.

Un mât de charge avec corne oblique, établi sur une saillie de rocher du côté du chenal où accostaient les ga-

bares, prenait les matériaux à bord, et les déposait par un mouvement tournant sur quelques pointes dressées en plate-forme. Un autre mât semblable était dressé dans l'intérieur de la tour du phare, et fixé à l'aide d'une charpente intérieure qui s'élevait successivement sur les naissances de la voûte de chaque étage, au fur et à mesure de la construction.

Ce mât était placé, non au centre de la tour principale, mais plus près de l'axe de la tour de l'escalier. De cette manière, les matériaux repris sur la plate-forme de dépôt, pouvaient être apportés par la rotation de la corne sur l'une ou l'autre tour, fort près du lieu de pose. De plus, cette disposition, en laissant libre l'axe central de la tour, a permis d'y installer un appareil de vérification de pose formé d'un rayon mobile autour du centre qui était repéré du haut en bas de la construction par un fil à plomb.

Les travaux de maçonnerie, commencés en mai 1865, ont été terminés à la fin de 1866. Ils n'ont éprouvé de temps d'arrêt que par suite des tempêtes de cette dernière année, qui ont, pendant de longs intervalles, complétement interdit l'arrivée des approvisionnements de pierres de taille de l'Ile-Grande.

Sauf la fourniture et la préparation des matériaux, les travaux ont été entièrement exécutés en régie sous la direction de MM. Dujardin, ingénieur en chef, et de la Tribonnière, ingénieur ordinaire, et sous la surveillance assidue de M. le conducteur Beaugrand.

XII

FEU FLOTTANT DE RUYTINGEN.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un modèle à l'échelle de $0^{m},06$.
Une feuille de dessins à l'échelle de $0^{m},00375$.

Deux feux flottants sont mouillés dans la rade de Dunkerque : le premier en venant du nord, celui de Mardick, est à feu fixe rouge; le second, désigné sous le nom de *Ruytingen*, présente un feu également rouge, mais à éclipses qui se succèdent à des intervalles de trente secondes. Vus l'un par l'autre, ils donnent le gisement de la rade de Dunkerque, depuis son entrée à l'ouest jusqu'à une certaine distance à l'est du port; vu par le phare de Dunkerque, le feu de Ruytingen signale aux navigateurs venant de l'ouest la direction à suivre pour arriver à l'entrée de la rade, et vu par celui de Gravelines, il jalonne un chenal large et profond que suivent les navires venant du nord.

Ces deux feux sont allumés depuis le 15 novembre 1863.

Le modèle exposé est celui du feu flottant de Ruytingen.

Les dimensions principales du navire sont :

Longueur totale sur le pont en dedans de la contre-étrave et des jambettes de l'arrière, 25 mètres;

Largeur totale sur le pont, au maître bau, de dedans en dedans de la membrure, 6^{m},50 ;

Creux au maître bau, du dessous du pont à la virure de vaigrage contre la carlingue, 3^{m},75 ;

Hauteur d'entre-pont, 2^{m},30.

Le tonnage est d'environ 150 tonneaux.

Le bâtiment est mouillé sur fond de sable par 11 mètres d'eau de basse mer.

On a adopté, pour l'ancrage, le système dit d'affourchage, comme offrant plus de sécurité, vu la station du navire, au droit d'un plateau sous-marin peu profond, où la mer se démonte très-vite dans les gros temps, et comme le plus favorable pour les cas où il s'agit de signaler des directions, attendu que ce mode de mouillage permet de limiter davantage le rayon d'évitement du navire. Il faut en effet allonger la touée dans les gros temps; et dans ce système chaque branche d'affourche venant s'y ajouter, il n'est pas nécessaire de donner à la chaîne d'itague autant de développement que si elle était amarrée sur une ancre isolée. Le navire fait ainsi ses manœuvres successives d'évitement, sous l'action alternative des courants de flot et de jusant, en tournant autour de l'émérillon d'affourche sur lequel viennent se réunir, d'une part, la chaîne d'itague, et, d'autre part, les deux branches de l'affourche.

Les ancres sont à une patte, du poids de 1.200 kilogrammes chacune, placées dans la direction du maximum d'intensité des courants de marée, à 125 brasses de distance l'une de l'autre, et réunies par des chaînes d'affourche de 0^{m},038, de longueur telle que l'on puisse amener l'émérillon à l'écubier du navire et le visiter pendant le temps des basses mers de vives eaux ; la chaîne d'itague, de même calibre, est susceptible d'être filée dans les tempêtes sur 55

à 60 brasses de longueur et d'être abraquée à bord presque tout entière dans les beaux temps, de manière que les évitages se produisent sûrement sur l'émérillon, sans déterminer dans la chaîne des coques compromettantes pour la sûreté du navire; chaque ancre est empennelée avec un corps mort de bouée mouillé dans le sens et en dehors de l'affourche, à 50 brasses de distance, avec chaîne de 0^m,02 et surmonté d'une bouée dont la chaîne flottante est de 0^m,03 sur 18 brasses de longueur.

La feuille de dessins, jointe au modèle, donne l'ensemble et les détails de ce système d'ancrage, à l'échelle de 0^m,00375 par mètre pour l'ensemble, et de 0^m,05 et 0^m,10 par mètre pour les détails.

Les formes du navire, un peu allongées, sont combinées de manière à offrir peu de prise quand il est debout à la lame; à l'avant, très-fines par le bas, elles sont évasées par le haut, de manière à rejeter les eaux qui s'élanceraient sur le pont; la section au droit du maître couple est presque rectangulaire; la quille principale, plus saillante que dans les navires ordinaires, et des quilles latérales de petit fond, placées de chaque côté sur la majeure partie de la longueur du navire, ont pour objet de réduire l'amplitude du roulis.

Les logements et magasins sont établis dans l'entrepont, qui est disposé de manière à satisfaire convenablement au séjour de l'équipage, à la conservation des approvisionnements du bord, au service du feu et à celui du bâtiment.

A l'arrière se trouve la corderie, puis le salon, dit carré des officiers, dans lequel donnent l'office, une petite pièce renfermant la pharmacie et les articles de timonerie, quatre cabines, l'une pour le capitaine, une autre pour le second

et deux pour les ingénieurs et conducteurs, qui peuvent être obligés de coucher à bord suivant les circonstances de temps et de service.

Au centre sont distribués, de part et d'autre d'un vestibule dans lequel débouche l'escalier, les divers magasins ainsi répartis, savoir :

A tribord, de l'arrière vers l'avant : la cambuse, une petite salle à manger pour le service ordinaire des officiers, puis le magasin aux approvisionnements de peinture et outils de nettoyage ;

A bâbord, de l'arrière vers l'avant : la lampisterie, renfermant les caisses à l'huile, balances, armoires et tous ustensiles et approvisionnements nécessaires au service de l'éclairage, puis l'atelier du charpentier.

Dans le vestibule central, au pied du mât, se trouve la machine de rotation, solidement fixée au pont inférieur et aux barrots du pont supérieur, commandant un arbre vertical qui transmet le mouvement à l'appareil d'éclairage hissé vers le haut du mât pendant la nuit.

A l'avant est le poste de l'équipage, sur lequel s'ouvrent les cabines des matelots ; puis, dans les formes extrêmes de l'avant, sont arrimés les poulies et apparaux nécessaires aux manœuvres du navire.

Sur le pont, au pied du mât qui porte la lanterne, est une cabane, qui la reçoit pendant le jour et permet de faire à couvert le service de l'appareil. Une petite écoutille, ménagée dans le pont sous cette cabane, sert à faire arriver les lampes et les réflecteurs du magasin de l'éclairage et du vestibule jusqu'à l'appareil, ou réciproquement, sans passer par l'escalier et sur le pont, de manière à éviter les chances d'avaries dans les temps de pluie ou les coups de mer.

Le reste du pont est garni, à l'avant par le vireveau, les écubiers, les orifices des puits à chaînes et les bittes de retenue ; au centre par les pompes, les charniers, le capot de l'escalier; à l'arrière par le treuil de hissage de l'appareil d'éclairage, un petit mât d'artimon pour aider, au moyen d'une voile correspondante, à l'orientation du navire dans les mauvais temps, et enfin le gouvernail et sa barre.

Les bouteilles sont à l'avant, dans des cabanes placées à tribord et à bâbord contre les lisses de batayolles.

Les puits à chaînes sont à peu près au centre du navire, dans la cale, en dessous de l'entre-pont, l'un à tribord destiné à la chaîne d'itague, l'autre à bâbord destiné à une troisième ancre de sûreté, qui est toujours tenue en veille, amarrée au droit du bossoir de bâbord et toujours prête à mouiller, la chaîne correspondante étant de $0^{m},035$ et parée à filer à tout instant par l'écubier de bâbord.

Les caisses à eau, en tôle, sont arrimées dans la cale, sous l'entre-pont, à l'arrière des puits à chaînes, épousant les formes inférieures du navire. Leur capacité ensemble est de 2.500 litres.

Le reste de la cale est garni de la quantité de lest nécessaire aux bonnes conditions de stabilité du bâtiment.

Les quilles principale et latérales, avec les fausses quilles, sont en orme, ainsi que les pièces du bordé extérieur de petit fond et la lisse supérieure de batayolles.

Les ponts sont en sapin rouge de Riga, ainsi que les menuiseries et les détails de distribution et d'emménagement d'entre-pont.

Tout le reste de la coque est en chêne.

L'ensemble de la membrure se compose de trente-cinq couples (non compris le couple d'arcasse), dont sept à l'avant et onze à l'arrière sont dévoyés.

Les équarrissages des membrures correspondent aux échantillons généralement adoptés, dans les constructions maritimes du commerce, pour des navires de 500 à 600 tonneaux, bien que le tonnage de celui-ci ne soit que de 150 tonneaux.

Les mailles ont $0^{m},60$ d'axe en axe des membrures.

La coque est doublée en cuivre rouge et feutrée entre bordage et cuivre.

Tous les clous et chevilles du bordé extérieur, depuis la quille jusqu'un peu au-dessus de la flottaison, sont en cuivre rouge ; les clous du pont sont en cuivre jaune fondu ; tous les autres clous et chevilles, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, sont en fer galvanisé. Toutes les chevilles, frappées de dehors à aller en dedans, sont rivées, savoir : celles qui arrivent dans l'entre-pont, sur plaques, celles qui arrivent dans la cale, sur viroles. Les chevilles à bout perdu sont barbelées.

Le navire est gournablé en cœur de chêne jusqu'à hauteur des préceintes.

Le mât a une hauteur totale d'environ 17 mètres au-dessus de la ligne de flottaison ; il est de fortes dimensions, de forme cylindrique pour la partie correspondante à la course de la lanterne, solidement haubanné et étayé.

L'inventaire du navire comprend une voilure simple en proportion avec la mâture, destinée à l'appareillage en cas d'accidents pour chercher refuge dans les ports voisins ou pousser le navire au plus haut des plages, s'il est jeté à la côte par quelque tempête soufflant du large.

L'appareil d'éclairage se compose de huit photophores de $0^{m},37$ d'ouverture, illuminés par des lampes à niveau constant, consommant 60 grammes d'huile de colza par heure, et dont la flamme est placée au foyer du paraboloïde.

Le maximum d'intensité du faisceau lumineux émané d'un de ces appareils peut être évalué à 100 becs dans la pratique; la divergence dans le plan horizontal est de 30 degrés environ. La portée lumineuse dans l'axe est de 14 milles 2/10 dans les circonstances ordinaires de l'atmosphère.

Chaque lampe repose sur une petite chaise en fer, à laquelle elle est assujettie par deux agrafes, et porte son réflecteur qui lui est fixé de la même manière. Elle est disposée de telle sorte que le centre de gravité du réservoir supérieur se trouve sur la même verticale que celui du godet inférieur, lorsque le réflecteur est dans sa position normale. Cette position, c'est-à-dire l'horizontalité de l'axe, est assurée au moyen d'un poids en plomb placé sous le godet. Afin qu'elle se maintienne dans les mouvements du navire, chaque réflecteur est suspendu de manière à pouvoir osciller dans toutes les directions; la chaise qui le supporte peut tourner autour de deux axes placés dans le même plan, dont l'un est parallèle et l'autre normal à celui du paraboloïde. L'amplitude du mouvement dans l'une ou l'autre direction ne peut pas dépasser 60 degrés.

Les colliers de suspension des huit appareils sont fixés sur un cercle horizontal en bronze, qui roule au moyen de galets sur un cercle fixe en même matière, dont la section est en forme de cornière. Les frottements latéraux qui tendraient à se produire sont réduits par de petits galets horizontaux. Le cercle fixe est supporté par les quatre montants qui constituent l'ossature de la lanterne du côté du mât. Le cercle mobile est mis en mouvement par une grande roue dentée fixée sur sa face supérieure. Cette roue, dont les dents sont tournées du côté du mât, engrène avec un pignon placé au sommet d'une tringle verticale en fer creux

que fait tourner la machine de rotation par l'intermédiaire d'une roue dentée et d'un autre pignon. Cette machine est mue par un poids qui descend à frottement doux entre quatre cornières directrices en fer. Elle est placée sous le pont, au pied du mât, comme il a été dit plus haut.

La tringle de transmission du mouvement est enveloppée sur toute sa hauteur, à partir du pont, par un demi-cylindre en cuivre rouge, qui est fixé à un tasseau cloué sur le mât. Elle porte à son pied une tige en acier qui tourne sur une pierre d'agate, encastrée au sommet d'un verrin, lequel permet de l'élever ou de l'abaisser d'une petite quantité. Elle est divisée en plusieurs parties sur sa hauteur, et ses fragments sont réunis par des boîtes qui les rendent solidaires, en ce qui est du mouvement de rotation, mais leur permettent de se dilater ou de se contracter, sans qu'il en résulte de modification dans la hauteur totale, et de suivre le mât, sans arrêter le mouvement, quand il se courbe un peu, sous l'action d'une tempête. Une petite porte s'ouvre dans l'enveloppe cylindrique de la tringle, en face de chacune des boîtes de dilatation.

Lorsqu'on hisse la lanterne, sa roue dentée peut ne pas engrener immédiatement avec le pignon; cette dernière roue est alors soulevée par la première, et est appuyée sur elle par un ressort à boudin, qui l'oblige à redescendre dès que, par suite du mouvement de la machine, les dents de l'une et de l'autre roue se trouvent en position convenable.

Il importait de se réserver la faculté de ne pas élever la lanterne à toute hauteur pendant les très-gros temps, et on se l'est assurée de la manière suivante : un pignon semblable à celui du sommet est fixé à mi-hauteur de la tringle, et cette dernière pièce, ainsi que la grande roue dentée

de l'appareil, est maintenue dans une position déterminée, quand on veut monter ou descendre la lanterne, de telle sorte que rien ne s'oppose au passage et qu'on peut s'arrêter à l'un ou à l'autre des pignons. On enlève les arrêts avant de mettre la machine en mouvement.

La lanterne est de forme octogonale; elle a $1^m,48$ de diamètre, entre deux montants opposés, sur 1 mètre de hauteur, la corniche non comprise. Vitrée à sa partie supérieure sur $0^m,46$ de hauteur, elle est formée partout ailleurs en feuilles de cuivre, et, de deux en deux panneaux, elle est ouverte dans le bas par une porte à deux vantaux. Les glaces des panneaux dépourvus de portes peuvent s'abaisser en dehors; leurs encadrements glissent à cet effet dans des rainures latérales ménagées sur les montants. C'est par les portes que s'effectue le nettoyage intérieur des glaces; on abaisse une glace pour allumer, enlever ou remettre les réflecteurs et les lampes, etc.

Le renouvellement de l'air est assuré au moyen de huit ventilateurs pratiqués dans le fond de la lanterne, que des opercules mobiles ouvrent plus ou moins; le dégagement des produits de la combustion a lieu par des cheminées encapuchonnées, disposées de telle sorte que l'air extérieur ne puisse pénétrer dans la lanterne avec assez d'impétuosité pour nuire à la tenue des flammes. Les capuchons sphéroïdaux de ces cheminées sont, à cet effet, percés de trous, que des opercules annulaires mobiles ouvrent plus ou moins suivant les conditions de l'atmosphère.

La lanterne glisse sur le mât, en appuyant ses quatre montants intérieurs sur autant de tasseaux directeurs, et deux de ces montants portent des joues qui embrassent le tasseau correspondant. Deux tringles verticales en fer traversent la lanterne; ces tringles sont maintenues par un

écrou sur le cercle inférieur et sont saisies à leur sommet par la chaîne de suspension. La lanterne est entièrement exécutée en bronze, sauf les panneaux qui sont en cuivre rouge.

La machine de rotation, qui met en mouvement la partie mobile de l'appareil, est analogue à celles qui sont employées dans les phares à terre; elle est mue par des poids, et sa marche est régularisée par un volant pendule.

Les dépenses de premier établissement, y compris l'appareil d'éclairage et divers frais accessoires, se sont élevées à 125.000 francs.

Les dépenses annuelles d'entretien sont évaluées à 26.500 francs.

Les travaux de construction et d'établissement ont été dirigés par MM. Gojard, ingénieur en chef, et Plocq, ingénieur ordinaire, rédacteur du projet, et ils ont été surveillés par MM. Brandt et Debacker, conducteurs des ponts et chaussées, et Wittevronghel, capitaine du navire. Le navire a été exécuté par M. G. Malo, et l'appareil d'éclairage l'a été par M. Henry-Lepaute.

Le modèle a été confectionné par MM. Derycke et Wesemael, de Dunkerque.

XIII

PHARES ÉLECTRIQUES.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Mécanismes et appareils lenticulaires installés dans le parc.

Trois choses principales sont à considérer dans un phare alimenté par la lumière électrique : le mode de production des courants, le mécanisme destiné à régulariser la marche des charbons, l'appareil appelé à réunir ainsi qu'il convient les rayons lumineux émanés du foyer.

Production des courants. — La machine magnéto-électrique qui produit les courants est composée de cinquante-six aimants en fer à cheval distribués dans sept plans verticaux équidistants, sur les arêtes d'un prisme à base octogonale, et de six disques portant chacun seize bobines, qui passent entre les groupes d'aimants et tournent autour de l'axe du prisme. Les pôles des aimants alternent sur chacune des rangées horizontales, de sorte qu'une bobine est toujours placée entre deux pôles opposés et qu'un courant s'établit dans le fil qui la constitue dès qu'elle approche d'un aimant pour se renverser dès qu'elle s'en éloigne. Les courants partiels de même nature se réunissent

et sont alternativement transmis à la lampe du régulateur électrique par l'un et l'autre fil conducteur. Le maximum d'intensité correspond à une vitesse de rotation de 350 à 400 tours par minute et le sens du courant, dans le régulateur, s'intervertit alors près de 100 fois par seconde. Dans les premières machines de ce genre qui ont été établies, les courants étaient saisis par un commutateur, et marchaient toujours dans le même sens. C'est à M. Joseph Van Malderen, contre-maître de la compagnie l'Alliance, qu'est due l'heureuse idée de supprimer cet organe qui était une complication et une cause de déperdition. Des expériences comparatives faites à Paris en 1865, par les ingénieurs des phares, sur une machine magnéto-électrique anglaise munie d'un commutateur et la machine française, ont établi que l'effet utile de la première était environ les 45 centièmes de celui de la seconde.

Les aimants sont de la force de 60 kilogr. pour ceux qui sont compris entre deux rangs de bobines et de celle de 30 kilogr. pour ceux des extrémités de la machine.

Les machines exposées ont été exécutées par la compagnie l'Alliance.

Le mouvement est communiqué par une machine à vapeur à haute pression de la force de cinq à six chevaux, quand la tension de la vapeur dans la chaudière est portée à 6 atmosphères. Il suffit d'une tension de 5 atmosphères pour assurer la vitesse normale à deux machines. Cette machine a été fournie par M. Rouffet aîné, constructeur à Paris.

Dans les phares électriques, il y a deux machines à vapeur et deux machines électriques, afin que le service ne puisse être entravé par le dérangement d'un des mécanismes, et l'on profite des deux machines magnéto élec-

triques pour augmenter dans les temps de brume l'intensité de la lumière.

Lampes ou régulateurs électriques.—Ces mécanismes ont pour objet de rapprocher les charbons l'un de l'autre à mesure qu'ils se consument, sans leur permettre d'arriver au contact. Un électro-aimant que traversent les courants alternatifs en est le moteur.

Un régulateur Foucault est placé dans l'un des appareils lenticulaires exposés, et un régulateur Serrin dans l'autre.

Le premier est décrit ainsi qu'il suit par son célèbre inventeur :

« Le dernier appareil régulateur de la lumière électrique « donné par M. Foucault, n'est qu'un perfectionnement « de celui qu'il a imaginé en 1849, à une époque où l'on « faisait encore mouvoir les charbons à la main.

« Ce nouvel appareil est caractérisé par la propriété de « maintenir les charbons polaires à la distance voulue, en « opérant automatiquement l'avance ou le recul, suivant « que cette distance devient accidentellement ou trop pe- « tite ou trop grande.

« Le principe consiste à placer les charbons sous l'ac- « tion de deux rouages respectivement affectés à les faire « mouvoir dans un sens ou dans l'autre. Les deux derniers « mobiles symétriquement ramenés en regard l'un de « l'autre, sont mis en rapport avec une même détente d'é- « lectro-aimant qui, s'inclinant à droite ou à gauche, laisse « défiler l'un ou l'autre rouage et qui dans la position « moyenne les tient enrayés tous les deux. Mais pour faire « en sorte que ces deux rouages mis en mouvement par « des forces distinctes puissent agir sans conflit sur les « porte-charbons en se subordonnant l'un à l'autre, on est « conduit à recourir au rouage planétaire, si utile en pra-

« tique pour faire la somme ou la différence de deux mou-
« vements indépendants. Les deux rouages sont donc re-
« liés par un système à roue satellite, qui leur permet
« d'agir ensemble ou séparément dans leurs sens respec-
« tifs.

« Cette combinaison, qui semble résoudre la principale
« difficulté, exige pourtant comme complément indispen-
« sable, que l'on apporte une certaine modification à la
« détente placée sous l'action de l'électro-aimant.

« L'armature en fer doux, disposée comme elle l'est or-
« dinairement, se trouve par rapport aux forces qui la sol-
« licitent, dans un état d'équilibre instable, sollicitée à se
« précipiter sur l'un ou sur l'autre des arrêts qui limitent
« sa course, sans pouvoir jamais séjourner entre deux. Un
« pareil état de choses aurait amené dans l'appareil une
« perpétuelle oscillation, par suite du fonctionnement al-
« ternatif des deux rouages.

« Pour éviter cet inconvénient, l'auteur a eu recours au
« répartiteur de M. Robert Houdin, par lequel on rend
« plus ou moins stable, à volonté, l'équilibre de l'arma-
« ture. Au lieu d'agir directement sur celle-ci, le ressort
« antagoniste de l'attraction magnétique s'applique à l'ex-
« trémité d'une pièce articulée en un point fixe, et dont
« le bord façonné suivant une courbe particulière, presse
« en roulant sur un prolongement de l'armature, qui re-
« présente ainsi un levier de longueur variable.

« On voit alors l'armature rester flottante entre ses deux
« arrêts, et sa position est à chaque instant l'expression de
« l'intensité du courant de la pile. Tant que cette intensité
« conserve la valeur voulue et corrélative de la distance
« gardée entre les charbons polaires, les rouages sont
« maintenus au repos tous les deux, et ils ne se mettent

« l'un ou l'autre en marche qu'au moment où le courant « devient trop fort ou trop faible.

« Comme on le voit cette solution de la question posée « diffère essentiellement de celle qui consistait à suspendre « un des charbons polaires sur l'armature elle-même ; car « ici la fonction du recul s'exerce avec la même amplitude « que l'autre, et loin de compromettre la fixité du point « lumineux, elle assure la stabilité de la lumière pro- « duite, en rendant presque insensibles les variations de « la distance interpolaire. »

Le régulateur Serrin est décrit en ces termes, dans le mémoire sur l'éclairage et le balisage des côtes de France :

« Deux porte-crayons sont fixés chacun à une tige ver- « ticale qui se meut dans une gaîne. Ces tiges sont reliées « l'une à l'autre de manière que celle du bas monte quand « l'autre descend, ce à quoi cette dernière est sollicitée par « son poids. Ce mouvement est modéré et régularisé par « un volant avec engrenages. La gaîne du porte-crayon in- « férieur est supportée par un double parallélogramme ar- « ticulé, lequel est muni d'une petite tige d'arrêt, qui, « suivant qu'elle s'abaisse ou s'élève, embraye une des « roues et arrête le mouvement, ou la laisse libre et permet « par suite aux charbons de se rapprocher. Ce parallélo- « gramme est soumis à l'action de deux forces opposées : « l'une, produite par un ressort à boudin, tend à le soule- « ver ; l'autre, due à deux électro-aimants que traverse le « courant, tend à l'abaisser, en attirant une armature fixée « à la partie inférieure de cette pièce.

« L'appareil est réglé de telle sorte que, quand les « pointes des charbons sont à la distance voulue pour la « production de la lumière, l'engrenage est embrayé, ce « qui assure l'immobilité des porte-crayons. Cette distance

« augmente par suite de la combustion, le courant s'affai-
« blit, l'électro-aimant perd de sa puissance, le parallélo-
« gramme obéit au ressort et soulève la tige d'embrayage,
« les porte-crayons se mettent immédiatement en mouve-
« ment, se rapprochent, et ne s'arrêtent qu'au moment où
« le courant a repris assez d'intensité pour déterminer un
« nouvel embrayage.

« Le courant qui passe par les électro-aimants est celui
« qui saisit le charbon inférieur.

« Quoique les courants passent alternativement par l'un
« et par l'autre charbon, l'expérience a démontré que le
« charbon du bas s'use un peu plus vite que l'autre, dans
« un rapport qui varie parce que la matière n'est pas par-
« faitement homogène, et qui paraît être à peu près celui
« de $\frac{108}{100}$. On a réglé en conséquence les diamètres des
« poulies sur lesquelles passent les chaînes appelées à
« rendre solidaires les mouvements des deux tiges, de ma-
« nière que la position du foyer lumineux ne change pas,
« ou du moins ne varie qu'entre des limites très-restreintes.
« Cet effet n'a été constaté qu'en dernier lieu, et on ne
« l'avait pas évalué d'abord à sa juste valeur.

« L'usure des charbons aurait pour effet d'altérer le
« rapport existant entre les poids de l'une et l'autre tige,
« et par suite le mouvement du système. On a remédié à
« cet inconvénient au moyen d'une petite chaîne frappée à
« l'une de ses extrémités sur la tige inférieure et à l'autre
« sur un point fixe ; la tige en supporte une partie d'autant
« plus longue que les charbons sont plus courts.

« D'autres dispositions de détail doivent être mention-
« nées : . . . .

« 1° Un bouton agissant sur un bras de levier, qui saisit

« deux poulies de renvoi de la chaîne des deux tiges, per-
« met de relever ou d'abaisser le foyer lumineux, dans les
« limites que comporte la pratique, et cela sans interrompre
« le mouvement du mécanisme ;

« 2° Un autre bouton agit sur le ressort à boudin, de
« manière qu'on puisse régler facilement la machine, sui-
« vant l'intensité du courant. Il est évident que le ressort
« doit être d'autant plus tendu que le courant dont il est
« l'antagoniste est plus énergique ;

« 3° Des arrêts convenablement placés en divers points
« du système limitent l'étendue des mouvements ;

« 4° Une espèce de petite potence, tournant autour du
« sommet de la gaîne supérieure, permet de placer très-
« régulièrement les charbons dans la position et à la dis-
« tance voulues, et l'on peut amener le charbon du haut
« exactement dans l'axe de l'autre, au moyen de boutons
« qui font mouvoir son porte-crayon dans toutes les direc-
« tions horizontales ;

« 5° Les porte-crayons seraient exposés à se brûler si,
« par suite de la consommation des charbons, ils se rap-
« prochaient trop l'un de l'autre, et la machine est établie
« de telle sorte qu'ils sont encore éloignés de $0^m,06$ quand
« ils sont parvenus à la limite de leur course ;

« 6° Une boîte en cuivre enveloppe tout le mécanisme
« et le soustrait aux atteintes de l'humidité et de la pous-
« sière. »

Ce dernier régulateur est employé, depuis 1863, à l'éclairage des phares de la Hève.

Appareils lenticulaires de divers caractères. — La lumière électrique n'a été appliquée jusqu'à présent qu'à des feux fixes, mais il est évident qu'elle peut s'adapter aux phares à éclipses moyennant certaines dispositions. Les

trois appareils lenticulaires qui figurent à l'Exposition ont été adoptés par la commission des phares après avoir fonctionné sous ses yeux ; ils produisent des feux de divers caractères.

Une première question se présentait, c'était celle de savoir si l'énorme surcroît de lumière que donne l'électricité doit être entièrement consacré à augmenter l'intensité des éclats, ou s'il ne serait pas préférable d'en consacrer une partie à prolonger leur durée. Il a paru que ce dernier système devait être préféré, tant parce qu'il permet d'attribuer aux feux de nouveaux caractères, que parce qu'il semble plus favorable aux intérêts des navigateurs, qui ont reproché quelquefois aux éclipses d'être trop longues, aux éclats d'être trop courts.

Augmenter la durée des apparitions lumineuses et réduire par cela même celle des éclipses, exige que les lentilles soient placées de manière à donner plus de divergence qu'il n'y en a dans les appareils ordinaires. Mais si l'on avait recours à des lentilles annulaires, analogues à celles des phares à éclipses, la divergence se produirait aussi bien dans le sens vertical, où elle réduirait en pure perte l'intensité lumineuse, que dans la direction horizontale, la seule où elle soit utile, et l'on a dû donner la préférence au double système de lentilles qui est en usage dans la plupart de nos feux fixes variés par des éclats. Un appareil à feu fixe pour maintenir la divergence verticale en de justes limites, et un tambour formé de lentilles à éléments verticaux disposées de manière à donner la divergence horizontale jugée la plus convenable : telle est la solution qui a été proposée par les ingénieurs du service des phares.

L'un des appareils exposés est destiné à produire un feu scintillant.

Il se compose d'un appareil à feu fixe de $0^m,30$ de diamètre qu'enveloppe un tambour formé de dix-huit lentilles à éléments verticaux, embrassant chacun un angle de 20 degrés, et ayant une divergence horizontale de 6° 40'. La durée des éclats qu'il produit est par conséquent moitié de celle des éclipses. Les éclats se succèdent de deux en deux secondes.

Le second appareil présente un feu fixe varié par des éclats qui se succèdent de minute en minute et sont suivis et précédés d'éclipses de très-courte durée. Il se compose d'un appareil à feu fixe, comme celui du précédent, autour duquel tournent trois lentilles à éléments verticaux embrassant chacune un angle de 60 degrés, également espacées sur la circonférence et donnant une divergence horizontale de 5° 30' environ.

Les caractères de ces deux appareils diffèrent par les intervalles des éclats de ceux qui ont été adoptés pour les phares alimentés à l'huile. Il n'en est pas de même pour le troisième appareil, qui produit un feu à éclipses se succédant de trente en trente secondes. Cette dernière disposition a été adoptée par la commission des phares dans le but de faciliter le développement de l'éclairage électrique, auquel s'opposent deux motifs principaux :

1° La plupart des puissances maritimes ont déjà établi des phares de premier ordre sur tous les points de leur littoral qu'il est le plus essentiel de signaler, et il est difficile de se résoudre au sacrifice d'appareils d'éclairage d'un prix fort élevé, dont l'intensité excitait l'admiration et était jugée bien suffisante par tous les navigateurs jusque dans ces derniers temps, et auxquels, d'ailleurs, la découverte d'un autre mode de production de la lumière pourrait rendre toute leur valeur ;

2° La multiplicité et la complication relative des mécanismes font craindre que le nouveau système ne présente pas assez de sécurité pour qu'on puisse, sans quelque imprudence, l'appliquer sur des points isolés où les ressources font défaut et où la surveillance des ingénieurs ne saurait être très-active.

La solution admise consiste à conserver l'ancien appareil et sa lanterne et à installer l'appareil électrique sur la plate-forme extérieure, dans la hauteur du soubassement de la lanterne, lequel est percé d'une ouverture, de manière que le service puisse se faire de l'intérieur. On ne touche pas davantage à l'état de choses existant. Le phare est-il à éclipses, un simple renvoi de mouvement permet à la machine de rotation de faire tourner à volonté l'un ou l'autre appareil. Un des organes qui concourent à l'éclairage électrique vient-il à se déranger, une lampe à une mèche est mise immédiatement au foyer de l'appareil à huile, où elle est bientôt remplacée par une lampe à mèches multiples. Au bout de quelques minutes, le phare redevient ce qu'il était avant l'avénement de la lumière électrique, et, s'il perd de son intensité, ce n'est pas au point de compromettre la sécurité des navigateurs.

Il suit de là qu'il y a lieu de conserver au phare son caractère.

Une feuille de dessins rend compte de ces dispositions pour un phare appelé à éclairer près des trois quarts de l'horizon. Elles seraient inadmissibles si la lumière devait être répandue sur toute la circonférence ; mais cette condition est tout à fait exceptionnelle, et même la plupart de nos phares ne découvrent pas beaucoup plus de 180 degrés.

L'appareil se compose d'un feu fixe qu'enveloppe un tambour formé de huit lentilles à éléments verticaux embras-

sant chacune un angle de 45 degrés, et laissant à découvert les trois anneaux catadioptriques inférieurs de la partie fixe, de telle sorte que les éclipses ne soient pas totales. La divergence horizontale est réglée à 18 degrés, d'où il résulte que la durée des éclats est de douze secondes, tandis que celle des éclipses est de dix-huit secondes.

Le même appareil s'appliquerait à des phares à éclipses de minute en minute ; la durée des éclats serait portée alors à vingt-quatre secondes.

Intensités lumineuses. — Les intensités lumineuses des éclats de ces trois appareils peuvent être évaluées ainsi qu'il suit, en admettant que celle du foyer équivaut à 200 becs de carcel, lorsqu'une seule des machines est en mouvement.

CARACTÈRE DU FEU.		INTENSITÉ des éclats	
		Moyenne.	Maximum.
		Becs.	Becs.
Feu scintillant		13.500	20.000
Feu fixe varié par des éclats	Feu fixe	5.000	5.000
	Éclats	49.000	73.500
Feu à éclipses de 30″ en 30″		10.000	15.000

On doublera ces intensités lorsque, dans les temps de brume, on mettra les deux machines en mouvement.

Dans les phares de premier ordre alimentés à l'huile, les plus fortes intensités pour ces trois caractères de feux ne s'élèvent respectivement qu'à 2.450, 4.000 et 2.525 becs.

Ces trois appareils ont été exécutés par MM. L. Sautter et compagnie, constructeurs de phares à Paris.



XIV

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES PHARES

DE LA HÈVE.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Sept feuilles de dessins exposés dans l'édifice consacré aux appareils électriques.

Après avoir été l'objet d'expériences poursuivies pendant trois années, à Paris, par les ingénieurs du service central des phares, la lumière électrique a été appliquée, en 1863 et à titre d'essai, à l'un des phares à feu fixe qui signalent le cap de la Hève, près du Havre. Les résultats obtenus ont été satisfaisants : le phare électrique s'est montré plus brillant que l'autre dans toutes les circonstances atmosphériques, et les accidents ont été rares, de courte durée et de telle nature qu'on pouvait se promettre d'en prévenir le retour. L'administration des travaux publics a décidé en conséquence que les deux phares seraient éclairés suivant le nouveau système, et cette mesure a été mise à exécution à partir du 2 novembre 1865.

Les machines magnéto-électriques et les machines à vapeur qui les mettent en mouvement sont installées dans deux

salles disposées à cet effet, au centre du bâtiment servant de logement aux gardiens.

Les machines à vapeur, au nombre de deux, sont des machines du genre locomobile de la force de six chevaux, timbrées à six atmosphères ; elles mettent en mouvement les machines magnéto-électriques au moyen de courroies sans fin et d'un arbre intermédiaire.

Les machines magnéto-électriques ont été fournies par la compagnie l'Alliance. Elles sont au nombre de quatre, et sont semblables à celles dont il a été parlé plus haut et qui sont placées dans le petit édifice consacré aux phares électriques.

Ces machines sont groupées deux à deux de manière à permettre de faire lumière double par les temps brumeux. Dans les conditions ordinaires une seule machine à vapeur est en feu, et elle conduit une machine magnéto-électrique de chaque groupe. Quand on veut doubler l'intensité lumineuse, les deux machines à vapeur sont en feu, et chacune d'elles conduit les deux machines magnéto-électriques destinées à l'un des phares ; à cet effet, l'arbre de transmission intermédiaire est composé de deux parties que l'on désembraye alors, et les deux machines magnéto-électriques du même groupe sont embrayées l'une avec l'autre. Suivant que l'une ou l'autre des machines magnéto-électriques affectées à l'un des phares ou que toutes deux marchent, il y aurait lieu de changer les points d'attaches des fils conducteurs ; pour remédier à cet inconvénient et éviter les erreurs qui pourraient en résulter, M. Joseph Van Malderen, contremaître de la compagnie l'Alliance, a imaginé un commutateur auquel sont fixés à demeure les fils venant des machines magnéto-électriques et le câble conducteur allant au phare. Il suffit alors de tourner ce commutateur et d'en

fixer les branches dans la position convenable pour que les courants passent ainsi qu'ils le doivent, et aucune erreur n'est possible, car les branches du commutateur sont fixées dans les diverses positions qu'elles doivent occuper au moyen d'une petite fiche qui est placée au-dessous du numéro de la machine magnéto-électrique en mouvement si l'on fait lumière simple, ou qui maintient les deux branches du commutateur verticales si l'on fait lumière double.

Le câble conducteur se rend dans les phares par un conduit souterrain, puis il s'engage dans la cage de l'escalier pour arriver à la lanterne.

La lanterne de chacun des phares est établie en saillie sur l'un des petits côtés d'une chambre de forme octogonale, qui a été substituée à la lanterne de premier ordre qui couronnait autrefois l'édifice. Cette chambre et sa lanterne sont divisées en deux parties sur leur hauteur, et l'on a pu ainsi superposer deux appareils d'éclairage, afin qu'on n'ait pas à craindre une extinction de quelque durée dans le cas où l'un d'eux éprouverait une avarie.

Les appareils d'éclairage sont catadioptriques, de $0^{m},30$ de diamètre. Ils éclairent les trois quarts de l'horizon.

Il y a deux régulateurs Serrin par appareil; ils sont supportés par des rails qui permettent de les mettre rapidement à la place qu'ils doivent occuper et où ils saisissent immédiatement le courant.

Une petite lentille, placée dans l'angle mort de l'appareil, renvoie contre la paroi opposée de la chambre une image amplifiée de la lumière, qui permet au gardien de juger sans fatigue s'il s'est produit, malgré le régulateur, une déviation appréciable dans la hauteur du foyer lumineux. Le régulateur est disposé de manière qu'il est facile de remédier au mal sans interrompre l'éclairage.

Ainsi que dans la salle des machines magnéto-électriques, on a voulu éviter les erreurs auxquelles pourrait donner lieu un déplacement obligé des fils de transmission, et l'on a disposé, dans la chambre de la lanterne, un commutateur qui, par un mouvement de bas en haut ou par un mouvement inverse du haut en bas, permet de faire passer immédiatement la lumière d'un étage du phare à l'autre.

Un système de sonnerie électrique avec cadrans indicateurs a été installé entre les phares, la salle des machines et les logements des gardiens, afin de faciliter le service.

Les eaux de pluie recueillies sur les toitures ou les cours asphaltées se rendent dans des citernes d'une contenance totale de 175.000 litres ; elles servent aux usages journaliers des gardiens et à l'alimentation des machines à vapeur ; dans cette dernière circonstance, elles sont montées dans une bâche au moyen d'une pompe mise en mouvement par les machines.

L'intensité lumineuse des phares de la Hève était évaluée à 630 becs de carcel quand ils étaient éclairés à l'huile ; elle s'élève aujourd'hui à 5.000 becs quand une seule machine magnéto-électrique est en mouvement pour chacun d'eux.

Les lanternes et les appareils d'éclairage qui surmontaient autrefois ces phares, ont été utilement placés sur d'autres points.

Toutes ces dispositions ont été arrêtées par les ingénieurs du service central des phares.

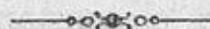
Les travaux ont été exécutés par M. l'ingénieur ordinaire Quinette de Rochemont, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Hérard.

Les machines magnéto-électriques ont été fournies par la

compagnie l'Alliance, et installées par le contre-maître, M. Joseph Van Malderen.

Constructeurs des appareils lenticulaires : MM. L. Sautter et compagnie.

Constructeur des régulateurs : M. Serrin.



XV

APPAREIL DE PREMIER ORDRE

A FEU SCINTILLANT.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Appareil installé au sommet du phare destiné aux Roches-Douvres, dans le parc.

La commission des phares voulant que le phare des Roches-Douvres présentât un caractère bien tranché, de nature à prévenir toute confusion, a décidé qu'il consisterait en un feu scintillant dont les éclipses, se succédant de quatre en quatre secondes, auraient une durée à peu près double de celle des éclats. Il n'a pas encore été établi d'appareil de cet ordre avec de semblables dispositions.

L'appareil lenticulaire consiste en un tambour polygonal de 24 côtés. La lentille dioptrique et les deux lentilles catadioptriques de chaque face sont placées sur le même axe vertical. Leur divergence dans le plan horizontal est de 6° environ, et l'intensité de l'éclat qu'elles produisent peut être évaluée à 2.475 becs.

La machine de rotation est installée au-dessous de l'appareil et a exigé des dispositions particulières pour im-

primer au tambour une vitesse telle qu'il accomplisse une révolution entière en 1' 36".

L'appareil, l'armature et la machine de rotation ont été exécutés par M. Henry-Lepaute, constructeur de phares à Paris.

XVI

APPAREIL DE FEU DE PORT

ALIMENTÉ A L'HUILE DE SCHISTE.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Appareil installé au sommet d'une tourelle en tôle sur la berge de la Seine.

L'huile de schiste ou de pétrole convenablement rectifiée donne plus de lumière sous un même volume et est plus économique que l'huile de colza. Elle est employée aujourd'hui à l'éclairage de tous ceux de nos fanaux dont les dispositions admettent ce nouveau combustible. L'appareil exposé se compose de six lentilles annulaires, en partie dioptriques, en partie catadioptriques, qui produisent des éclats se succédant de vingt en vingt secondes.

Les éclats sont colorés en rouge; s'ils étaient blancs, leur intensité s'élèverait à 200 becs environ.

Cet appareil a été exécuté par MM. L. Sautter et Compagnie, constructeurs de phares à Paris.

L'huile de schiste qui alimente ce fanal a été livrée par MM. Jules Barse et Compagnie, fournisseurs du service des phares.

XVII

APPAREIL CATOPTRIQUE A FEU SCINTILLANT.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Appareil installé au sommet de l'édifice consacré aux appareils électriques.

Beaucoup de feux de direction, n'ayant à éclairer que dans un espace angulaire très-restreint, ont pour appareil un simple réflecteur parabolique. Ce sont des feux fixes. Mais il est quelques circonstances où ils peuvent être confondus avec d'autres phares du voisinage ou avec les feux allumés sur les navires au mouillage. On remédie à ces inconvénients, sans changer d'appareil, en faisant passer rapidement et à intervalles égaux un écran devant le réflecteur. Ce système a été appliqué pour la première fois en 1865 au phare de Patiras (Gironde), et les navigateurs en ont paru très-satisfaits.

L'appareil exposé consiste en un réflecteur parabolique de $0^m,50$ d'ouverture et un écran vertical auquel une petite machine de rotation imprime un mouvement circulaire.

Le feu est fixe, varié par de très-courtes éclipses qui se succèdent de quatre en quatre secondes.

Cet appareil a été exécuté par M. Henry-Lepaute, constructeur de phares à Paris.

Tous les appareils d'éclairage dont on vient de parler ont été exécutés suivant les projets et sous la direction de MM. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, et Émile Allard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Le verre provient de la manufacture de Saint-Gobain.

XVIII

TYPES DE BOUÉES EN TOLE.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Modèles à l'échelle de $0^{m},20$.

La plupart des bouées de notre littoral maritime ont été établies suivant l'un ou l'autre de ces types. Les quatre premiers numéros représentent des bouées de balisage, le cinquième appartient à une bouée d'amarrage.

Les bouées en tôle sont plus dispendieuses que les bouées en bois, en ce qui est des frais de premier établissement, mais elles sont plus durables; leur entretien est moins onéreux et elles se prêtent mieux aux formes les plus diverses.

On a adopté la forme sphérique pour la partie immergée des bouées de balisage parce que c'est celle qui, à surface égale, enveloppe le plus grand volume, et réduit, par conséquent, à un minimum la surface inutile à la visibilité. En outre, le flotteur est stable, pourvu que son centre de gravité soit un peu au-dessous de celui de la sphère, et il est facile de satisfaire à cette condition au moyen d'un lest convenablement calculé. Enfin la forme sphérique offre moins de résistance à l'action des vagues que la plupart

de celles auxquelles on pourrait être tenté de s'arrêter, et elle est facile à exécuter dans toutes les grandes usines.

La partie supérieure de la bouée est en forme de cône tronqué, et le sommet du cône est remplacé par un voyant dont les dispositions varient. L'objet de cet appendice est d'augmenter la portée, et surtout de donner à la bouée un caractère distinctif qui vient s'ajouter à ceux que déterminent les couleurs et les inscriptions.

Le corps de la bouée est divisé en deux parties par une cloison étanche, de manière à ne pas couler lors même qu'il serait crevé par un choc ou donnerait lieu à quelques infiltrations. Un tuyau vertical, fermé par un tampon taraudé à sa partie supérieure, permet de vider à la pompe l'eau qui s'introduirait dans le compartiment inférieur. Deux trous d'homme sont pratiqués sur la bouée, l'un au sommet, l'autre dans la cloison étanche.

L'organeau auquel se fixe la chaîne de retenue est pris dans la même masse de fer forgé que le culot, en forme de calotte sphérique, sur lequel se rivent les feuilles de tôle de la partie inférieure.

Le lest est en fonte, et il se compose de plusieurs plateaux amovibles qui sont boulonnés de manière à être solidement maintenus. Il ne dépasse pas 750 kilogrammes dans les plus fortes bouées. On le réduit, suivant que la profondeur d'eau est plus grande et le courant moins fort. Quand il a été convenablement réglé, la bouée se maintient sensiblement verticale dans les circonstances de mer les plus habituelles, et ne s'incline guère qu'à 45° sous les plus fortes actions des vents et des courants.

Une ceinture en bois d'orme entoure la bouée à hauteur de son plus grand diamètre, qui est à peu près au niveau de la ligne de flottaison. Elle est destinée à garantir le coffre

des chocs de corps flottants et de ceux qui peuvent se produire dans les transports.

Les formes les plus habituelles des voyants sont celles de la sphère, de cônes simples ou doubles à génératrices droites ou courbes et de rectangles ou de triangles pleins ou diversement évidés se croisant à angle droit.

Le système d'ancrage le plus habituellement employé pour ces bouées consiste en un corps mort en fonte dont le poids varie avec la force de la bouée, la nature du fond et la violence des courants. On est descendu à 300 kilogr. pour de petites bouées mouillées sur fond de sable et l'on a dû s'élever jusqu'à 3.000 kilogr. sur quelques points. Ces corps morts s'exécutent en fonte, sous forme de culots, avec la face inférieure légèrement creusée de manière à être plus adhérente sur les fonds de sable ; les uns sont établis sur plan carré, les autres sur plan circulaire. En quelques circonstances, surtout pour les plus fortes bouées mouillées sur fond de roche, on leur a donné la forme d'ancre à champignon. On a recours à l'affourchage sur deux ancres à une patte quand il y a intérêt à réduire autant que possible le cercle d'évitage du flotteur, ou quand la bouée est mouillée sur fond de roche par de très-forts courants. Enfin, dans le bassin de Saint-Nazaire, dont le plafond est formé par une aire de béton que recouvre une légère couche de vase déposée par le fleuve et où il était essentiel d'éviter toute saillie prononcée, on a adopté des corps morts en fonte très-plats pour maintenir les bouées d'amarrage ; des boucles latérales permettent de les soulever quand on veut les changer de place. Leur poids est évalué à 5.350 kilogrammes.

Une partie de chaîne de 2 à 8 mètres de longueur, suivant les circonstances, est fixée à demeure à la bouée et, au

moyen d'une manille, au reste de la chaîne. Le boulon de la manille est elliptique et est maintenu par une ou deux goupilles coniques dont la tête est recouverte de plomb. On n'admet plus d'émérillon, organe inutile quand le flotteur a la forme d'un solide de révolution et qui avait donné lieu à des accidents.

Les dispositions de ces types ont été arrêtées par M. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des phares et balises, et M. Degrand, ingénieur ordinaire.

La plupart de ces bouées ont été exécutées dans les ateliers de M. Joly, à Argenteuil.

Les modèles exposés ont été établis par M. Luchaire, ferblantier-lampiste du service des phares.

N° 1. *Bouée à cloche.* — Le coffre de cette bouée est surmonté d'une armature en fer sur laquelle sont fixées des lattes en bois de $0^m,01$ d'épaisseur, qu'enveloppe une feuille de tôle à leur partie supérieure. Dans l'intérieur de l'armature est une cloche en bronze avec marteaux mobiles, et le sommet est couronné par un voyant au-dessus duquel s'élève un prisme triangulaire garni de miroirs. L'enveloppe ne descend pas jusqu'au pied des montants, afin de laisser libre passage aux lames qui viennent déferler sur le coffre. Les miroirs ont pour objet de renvoyer par réflexion les rayons émanés du soleil ou des phares voisins. Ils sont encadrés en bronze.

Le coffre de la bouée a $2^m,43$ de diamètre sur $1^m,70$ de hauteur.

Le sommet du prisme de miroirs domine de 4 mètres environ la ligne de flottaison.

La tôle de la partie inférieure a $0^m,009$ d'épaisseur ; celle

de la partie supérieure et de la cloison étanche n'a que 0^{m},005. Le lest est du poids de 500 kilogrammes lorsque la longueur de chaîne ne dépasse pas 10 mètres. La ligne de flottaison est alors à 0^{m},12 environ au-dessus de l'arête inférieure de la ceinture en bois.

La chaîne d'amarrage est exécutée en fer de 0^{m},034. Elle pèse 25 kilogrammes par mètre hors de l'eau.

Le poids moyen des bouées de cette espèce peut être évalué à 2.200 kilogrammes avec manille, le lest non compris.

Elles coûtent environ 2.300 fr., savoir :

Tôles et fers, 1.896 kilogr. à 0^{f},90.	1.706^{f},40
Fonte pour lest, 500 kilogr. à 0^{f},25.	125 ,00
Bronze pour cloche, armature de miroirs, collet de pompe, 54 kilogr. à 5^{f},50.	297 ,00
Ceinture en bois et lattes.	90 ,00
Peinture, etc.	81 ,60
	2.300^{f},00

N° 2. *Bouée ordinaire.* — Cette bouée a 2^{m},38 de diamètre sur 3^{m},20 de hauteur de coffre. Le sommet de son voyant domine de 4 mètres environ la ligne de flottaison.

La tôle de la partie inférieure a 0^{m}.009 d'épaisseur; celle de la partie conique et de la cloison étanche est réduite à 0^{m},005. Le lest est représenté complet. Il place la ligne de flottaison à 1^{m},15 au-dessus du centre de l'organeau ou à 0^{m},13 au-dessus de l'arête inférieure de la ceinture en bois, quand il y a 10 mètres de chaîne flottante.

La chaîne d'amarrage est exécutée en fer de 0^{m},034.

Le poids moyen de cette bouée est de 2.000 kilogrammes environ, le lest non compris, mais avec la manille. Elles coûtent près de 2.000 fr., savoir :

1.840 kilogr. de tôle et fers, à 0f,90.	1.656f,00
750 kilogr. de lest en fonte, à 0f,25.	187 ,50
4k,20 de bronze pour collet de la pompe et tube à air à 5f,50.	23 ,10
Ceinture en bois.	40 ,00
Peinture, etc.	70 ,00
	1.976f,60

Cette bouée est désignée dans le service des phares sous le nom de *bouée ordinaire* n° 1.

N° 3. — Le n° 2 désigne une bouée de même forme, mais de dimensions moindres, qui n'a que 1m,82 de diamètre sur 2m,50 de hauteur de coffre et dont le voyant domine de 3m,30 la ligne de flottaison. Son enveloppe en tôle a 0m,007 d'épaisseur dans la partie sphérique et 0m,004 au-dessus.

Le lest complet est du poids de 150 kilogrammes. La chaîne d'amarrage est en fer de 0m,030, et pèse 20 kilogrammes par mètre. Une de ces bouées coûte environ 1.000 fr., savoir :

990 kilogr. de tôle et de fer, à 0f,90.	891f,00
150 kilogr. de fonte pour lest, à 0f,25.	37 ,50
4k,20 de bronze.	23 ,10
Ceinture en bois.	30 ,00
Peinture, etc..	38 ,40
	1.020f,00

N° 4. *Petite bouée.* — Cette bouée est employée partout où il n'est pas nécessaire d'avoir une forme très-apparente et où la profondeur d'eau n'est pas grande. Elle a 1m,50 de diamètre sur 2 mètres de longueur, ne porte pas de voyant, et est exécutée en tôle de 0m,006 par le bas et de 0m,004 par le haut. Elle n'a pas de lest. La ligne de flottaison est à 0m,76 au-dessus du centre de l'organeau, quand il y a 10 mètres de chaîne, et elle s'élève de 0m,005 environ par

mètre de chaîne suspendue, tant qu'on se maintient dans les limites convenables. La chaîne est en fer de 0^{m},025, et pèse 14 kilogrammes par mètre hors de l'eau et 12 kilogrammes environ dans l'eau.

Il y a un trou d'homme sur la partie conique de la bouée et un autre sur la cloison étanche, laquelle est placée à hauteur de la ceinture.

Une de ces bouées pèse 540 kilogrammes et coûte environ 500 francs, manille comprise.

N° 5. Bouée d'amarrage. — Cette bouée a été exécutée sur diverses dimensions; celle que représente le modèle a 1^{m},80 de diamètre et autant de hauteur totale. Elle est formée de tôle de 0^{m},006; la tige de traction a 0^{m},06 de diamètre, et le tube qu'elle traverse n'a que 0^{m},08 d'ouverture; elle est saisie à sa partie supérieure par un écrou portant organeau, qui s'appuie sur la bouée et presse le collet du bas contre le pied de cet ouvrage. Il n'y a pas de cloison étanche, et le trou d'homme est ouvert dans la partie immergée, afin d'être soustrait aux chocs des embarcations.

La chaîne flottante est à mailles courtes en fer de 0^{m},032.

Le poids d'une bouée de ce genre peut être évalué à 775 kilogrammes et son prix à 600 francs.



XIX

BOUÉE-BATEAU.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un modèle à l'échelle de $0^m,20$,
Et une feuille de dessins.

Les bouées en forme de bateau ont l'avantage d'offrir moins de prise au courant que les autres et de se mieux prêter au remorquage. Elles ont l'inconvénient d'être plus dispendieuses. On ne les admet que sur les points où les courants sont très-forts et où il est nécessaire d'avoir un signal très-apparent.

La bouée que représente le modèle a été exécutée en 1861, sur les dessins de M. l'ingénieur Leferme, par MM. Jollet et Babin, constructeurs à Nantes, et signale depuis cette époque le banc de la Lambarde à l'embouchure de la Loire. Elle a $5^m,35$ de longueur, $3^m,25$ dans sa plus grande largeur et $1^m,50$ de creux. Son sommet s'élève à plus de 5 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les tôles ont $0^m,008$ d'épaisseur dans le fond et au pourtour et $0^m,005$ à la partie supérieure ; elles sont assemblées à clins et rivées sur une membrure très-légère formée de cornières de $0^m,05$ espacées de $0^m,625$. Une cloison étanche, perpendiculaire à l'axe longitudinal, divise le flotteur en deux

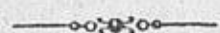
compartiments indépendants. Une feuille de tôle épaisse de 0^{m},020, fixée verticalement suivant le même axe, au moyen de bandes formant de chaque côté cornière, constitue un puissant gouvernail, qui a pour but de ramener constamment la bouée debout à la lame. Un anneau à l'avant pour recevoir une aussière de halage et quatre poignées établies de chaque côté, pour permettre au besoin à des naufragés de se réfugier sur la bouée, complètent le flotteur. Il n'y a aucun lest.

Ce flotteur porte une armature formée principalement de huit montants en fer forgé de 0^{m},042 sur 0^{m},022 qui se courbent avant de se réunir, pour soutenir au-dessous de leur point de jonction, l'anse d'une cloche en bronze pesant 70 kilogrammes et, au-dessus, la tige d'un ballon de 1 mètre de diamètre, surmonté lui-même d'un miroir à six pans, dont le sommet se trouve établi à 4^{m},60 du flotteur. Des bandes en tôle mince, de 0^{m},0015, enveloppent les montants, sur lesquels elles sont rivées, afin de rendre l'ensemble plus apparent de recevoir l'inscription réglementaire.

Pour fixer la chaîne d'amarrage, qui est exécutée en fer de 0^{m},040, un œil est ouvert sous le flotteur dans la triple épaisseur du gouvernail et des cornières de jonction, un peu sur l'avant, mais assez près du prolongement de l'axe de l'armature, qui est lui-même perpendiculaire aux lignes d'eau, pour que, à raison du poids de la chaîne, l'inclinaison de cette armature ne varie que très-peu avec la hauteur de la marée. Cet œil, garni d'une bague en acier, reçoit le boulon avec écrou et goupille rivée à chaud, d'une menotte suivie d'un nabot, puis d'un bout de chaîne de 7 mètres de longueur en fer de 0^{m},040. Ce bout de chaîne est considéré comme faisant partie de la bouée, à laquelle il est

fixé à terre et qu'il doit toujours accompagner. Il porte à sa partie inférieure une menotte qui se maille elle-même sur l'itague. Le boulon de cette dernière menotte est elliptique, sans saillies et simplement maintenu par deux goupilles coniques dont la tête, noyée d'un centimètre, est recouverte de plomb chassé d'un coup de masse dans une cavité en forme de tronc de cône renversé. Ce système d'amarrage, combiné de façon à pouvoir placer ou changer la bouée rapidement et sans difficultés, même par d'assez grosses mers, est le seul d'ailleurs qui, dans une expérience de plusieurs années, n'ait jamais manqué.

La bouée pèse, tout compris, 4.665 kilogrammes et a coûté, à raison de 1f,10 le kilogramme de fer, 5.131f,50.



XX

BOUÉE-BALISE.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un modèle à l'échelle de $0^m,20$.

Plusieurs des écueils placés sur le littoral du Morbihan sont signalés par des bouées semblables à celle que représente le modèle, laquelle est mouillée sur le *Goué-Vas*, dans le passage de la Teignouse. Ces bouées ont le mérite d'être peu dispendieuses et d'être faciles à remorquer ; elles conviennent très-bien sur tous les points où il n'est pas nécessaire d'avoir un signal susceptible d'être vu à grande distance.

La partie immergée du flotteur a la forme d'un cône de $1^m,35$ de diamètre et $2^m,16$ de hauteur, terminé à son sommet par un culot en fonte réuni à la tôle au moyen d'une frette en fer forgé. Ce culot est traversé par une tige en fer carré de $0^m,04$, dont l'extrémité porte une menotte qui reçoit la chaîne, laquelle est exécutée en fer de $0^m,03$.

Le cône inférieur est réuni par une partie cylindrique de $0^m,25$ de hauteur à un tronc de cône, lequel est assemblé à sa base supérieure avec un autre tronc de cône de forme allongée, qui constitue le voyant de la bouée. Ces

deux parties sont réunies au moyen de deux cornières entre lesquelles est placée une cloison de séparation ; deux rondelles en caoutchouc en assurent l'étanchéité. Les cornières sont réunies par des boulons, ce qui permet de séparer facilement le voyant de la bouée proprement dite, quand on veut visiter celle-ci.

Un trou pour vider l'eau, lequel est fermé par une cheville en bois, est ménagé dans la partie inférieure de la bouée ; deux poignées de sauvetage sont en outre établies sur ses côtés.

L'épaisseur des tôles est, pour la partie inférieure, de $0^m,005$, et pour la partie supérieure ou voyant, de $0^m,004$.

La bouée a une hauteur totale de 6 mètres et s'élève de $3^m,90$ au-dessus de l'eau. Son diamètre maximum, à la ligne de flottaison, est de $1^m,35$; le diamètre du voyant est à la base, de $0^m,57$ et au sommet de $0^m,34$.

Cette bouée pèse 800 kilogrammes et a coûté 880 fr.

L'auteur du projet est M. Gouëzel, conducteur des ponts et chaussées à Belle-Ile, qui en a surveillé l'exécution sous les ordres de MM. Plassiard, ingénieur en chef, et Guibert, ingénieur ordinaire.

M. Gouëzel a imaginé en outre diverses dispositions très-ingénieuses pour reconnaître la force à donner aux chaînes des bouées, ainsi que pour les saisir et les fixer.

Le même conducteur a inventé un siphon à cuvette qui est utilement employé pour le transvasement des huiles de schiste, et fait partie de l'exposition du ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

Constructeurs des bouées : MM. Allard et Pommeraye, à Nantes.



XXI

TOUR-BALISE DE L'ÉCUEIL LE BAVARD.

—

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un modèle à l'échelle de 0m,10.

La tour-balise du Bavard, commencée le 29 avril 1865 et terminée le 30 août 1866, est située au sud-ouest de la pointe de Devin (île de Noirmoutier), à 5,600 mètres environ de la côte, à l'extrémité la plus au large du plateau des Bœufs.

Les courants de marée sont assez forts sur ce point, et leur direction est très-variable par suite de la proximité de l'île d'Yeu, du goulet de Fromantine, de l'îlot du Pilier et de l'entrée de la Loire, qui tendent à modifier les courants principaux de flot et de jusant.

La mer y est parfois d'une violence extrême, parce que les grandes lames de l'Atlantique arrivent sur le plateau sans avoir rencontré jusque-là aucun obstacle de nature à diminuer leur puissance. On en donnera une idée en citant ce fait que souvent, dans les gros temps, les paquets de mer s'élèvent au-dessus de la coupole du phare du Pilier, qui domine de 32 mètres le niveau des plus hautes mers.

Aussi le plateau des Bœufs est-il un écueil des plus dan-

gereux sur lequel on a à déplorer chaque année de nombreux sinistres, et il était important d'en signaler la pointe la plus avancée en mer.

Le niveau moyen de l'aiguille du Bavard sur laquelle on a dû s'établir ne dépasse que de 0m,30 les basses mers de vives eaux ordinaires.

La construction est entièrement exécutée en moellons. Elle est pleine en maçonnerie, a 9m,25 de hauteur sur 5m,60 de diamètre à la base et 4m,40 au sommet, est surmontée d'une balise en fer de 2m,35 de hauteur, se terminant par une sphère de 0m,70 de diamètre, et porte quatre échelles de sauvetage.

Elle est munie d'une sonnerie de l'invention de M. Foucault-Gallois, mécanicien à l'île de Ré, qui avait déjà été appliquée avec succès à la tour de Richelieu, à l'entrée du port de La Rochelle et dont le système est très-simple. Voici en quoi il consiste :

Un flotteur en cuivre porte une longue crémaillère en bois, avec armatures en cuivre, dont les dents ou cames agissent sur les extrémités inférieures de deux bras de levier dont les extrémités supérieures sont des marteaux frappant sur une cloche fixée au sommet de la tour, toutes les fois que les extrémités inférieures des bras de levier sont soustraites à l'influence des cames de la crémaillère.

Le flotteur, qui se meut dans un puisard ménagé dans les maçonneries et qui est fermé par des portes en forte tôle galvanisée, est mis en mouvement par les ondulations constantes de la mer dont la transmission est facilitée par de nombreuses ouvertures ménagées dans la porte inférieure.

Le flotteur est cylindrique et terminé par deux calottes sphériques; il porte un système de trois galets se mouvant

dans des glissières de fer galvanisé encastrées dans les maçonneries, et dont un est placé normalement aux deux autres, afin que le frottement de glissement soit toujours remplacé par celui de roulement quelle que soit la face des glissières avec laquelle ces appendices soient en contact.

Dans le même but, les dents de la crémaillère sont remplacées par des galets roulants sur ceux que portent aussi les extrémités inférieures des bras de levier marteaux.

La crémaillère est formée de deux tiges reliées à leurs extrémités par des traverses horizontales et entre lesquelles passe un double système de galets à plans normaux portés par un chariot, encastré dans la maçonnerie et destiné à diriger les mouvements de la crémaillère qui, lorsqu'elle s'élève au-dessus de la tour, y est soutenue par une plaque en fer galvanisé munie de galets pour diminuer le plus possible les frottements.

Pour arrêter le mouvement ascensionnel de la crémaillère, le chariot est muni d'un taquet avec matelas en caoutchouc, placé de manière que le flotteur puisse s'élever à $0^{m},95$ au-dessus des plus hautes mers de vives eaux d'équinoxe.

La cloche, qui complète le système de sonnerie et qui pèse 250 kilogrammes, est supportée par un pied à trois branches scellées dans le couronnement de la tour. Ce pied porte en son milieu un axe autour duquel on peut faire tourner la cloche, afin qu'elle ne soit pas toujours frappée aux mêmes points.

Conformément aux instructions qui régissent la matière, la tour est peinte en rouge au-dessus du niveau des hautes mers, avec couronne blanche portant le nom de l'écueil.

Cette tour a été exécutée en régie en même temps que

trois autres établies dans la baie de Bourgneuf sur les écueils dits le grand Sécé, les Pères et Pierre-Moine.

Le seul point de départ qu'offrît la localité pour l'embarquement des ouvriers et des matériaux était le port de Noirmoutier distant du Bavard de près de 50 kilomètres, et la durée du voyage, qui a été souvent de quatre heures et demie, n'a jamais été inférieure à trois heures.

Le matériel maritime dont on disposait se composait de cinq embarcations du pays, appelées yoles, tenant parfaitement la mer, pouvant porter de cinq à six tonneaux et montées par un matelot et un patron.

Ces yoles, chargées des matériaux, outils, apparaux et ouvriers nécessaires, étaient remorquées par un petit bateau à vapeur appartenant à l'administration.

Les rochers sur lesquels devaient être établies les quatre tours ayant des hauteurs différentes par rapport au niveau de la mer, on avait organisé le travail de manière à aller :

Au Bavard, dans les grandes marées;

Au grand Sécé, dans les états intermédiaires de la marée;

A Pierre-Moine, pendant les mortes eaux;

Et enfin aux Pères, dont l'accès était le plus facile, toutes les fois qu'on ne pouvait pas aller ailleurs.

Chaque yole a été affectée pendant toute la durée des travaux au même service; elle portait toujours la même nature de matériaux, les mêmes apparaux et les mêmes ouvriers; elle occupait enfin toujours la même place dans les convois comme dans les mouillages, si bien que chacun des marins et ouvriers avait été très-promptement au courant de ce qu'il avait à faire et qu'il n'y avait de possible ni confusion, ni perte de temps, chose si précieuse quand on n'a, comme dans l'espèce, que quelques heures au plus pour débarquer,

organiser un chantier, travailler, rembarquer personnel et matériel et enfin partir en temps opportun.

La tour du Bavard à été construite en quatre-vingts marées et deux cent quarante-cinq heures de travail, soit en moyenne trois heures quatre minutes par marée.

Si l'on rapproche le temps moyen pendant lequel on a pu travailler à chaque marée de celui de la durée moyenne de chaque voyage, aller et retour, qui n'a pas été de moins de sept heures, et si l'on remarque que souvent on est parti du port de Noirmoutier sans avoir pu aller jusqu'au Bavard ou sans avoir pu y accoster, on comprendra dans quelles circonstances exceptionnelles a été établie cette tour et quelle influence l'éloignement du point d'embarquement a dû avoir sur la dépense.

Les travaux ont été entièrement exécutés en régie, sauf la fourniture des moellons qui a été l'objet d'une entreprise.

Les dépenses de construction des quatre tours se sont élevées à 106.000 fr. et l'on estime que celle du Bavard entre environ pour 40.000 fr. dans cette dépense.

Les travaux ont été exécutés sous la direction de M. Forestier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, par M. Revol, ingénieur ordinaire.

MM. Dantony, conducteur des ponts et chaussées, et Charles Brémaud, chef d'atelier, chargés de la surveillance, ont prêté aux ingénieurs un précieux concours.

XXII

BALISE D'ANTIOCHE.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Un modèle à l'échelle de $0^{m},10$.

Le rocher d'Antioche est un écueil très-dangereux situé dans le pertuis qui sépare les îles de Ré et d'Oleron, à un mille environ nord-nord-est de la pointe de Chassiron.

De 1811 à 1856, dix-neuf navires, y compris une corvette de l'État, ont touché et fait naufrage sur cet écueil, qui n'était signalé que par une simple balise en fer, souvent renversée par la mer et par les abordages, et qui n'était pas d'ailleurs suffisamment apparente. La balise actuelle a eu pour but de remédier à l'insuffisance de la balise ancienne.

Les abords du rocher étant presque toujours difficiles, la construction d'une balise en maçonnerie eût été très-longue et très-coûteuse ; ces motifs firent prendre la détermination de recourir à une charpente en fer.

La balise consiste en quatre montants en fer rond de $0^{m},14$ de diamètre, dirigés suivant les arêtes d'un tronc de pyramide quadrangulaire, et reliés solidement entre eux ainsi qu'à un pieu central en fer également rond avant $0^{m},10$ de diamètre.

Les montants formant les angles de la pyramide sont espacés de $4^{m},86$ d'axe en axe à la partie inférieure et de $2^{m},50$ à la partie supérieure qui se trouve à 7 mètres au-dessus du rocher.

Cet ensemble, qui constitue la base de la balise, est surmonté d'une construction du même genre, de forme carrée et ayant 3 mètres de hauteur.

Enfin, le tout est terminé par une pyramide de 2^{m},50 de hauteur couronnée par une sphère de 1^{m},30 de diamètre.

Toute la partie supérieure de la balise est garnie de feuilles de tôle posées à claire-voie dans le but de rendre l'édifice plus apparent.

Le rocher d'Antioche étant composé d'un calcaire jurassique de résistance insuffisante pour maintenir le pied des montants, on les a fixés au moyen de coins, dans des manchons en fonte scellés eux-mêmes dans le rocher à l'aide de maçonnerie en ciment.

Le sommet de la balise s'élève à 13^{m},80 au-dessus du rocher et à 10^{m},47 au-dessus des plus hautes mers.

Le pieu central porte des échelons qui montent jusqu'à la base de la pyramide où l'on a établi un plancher destiné à servir de refuge aux naufragés.

Les dépenses se sont élevées à 20.947^{f},90, répartis ainsi qu'il suit :

13,434 kilogr. de fer forgé à 0^{f},95 l'un, y compris peinture au minium, montage et démontage à l'usine et transport dans un port de l'île d'Oleron.	12.762^{f},30
1.976 kilogr. de fonte à 0^{f},60 tout compris.	1.185 ,60
Façon des trous de scellement, mise en place et dépenses diverses.	7.000 ,00
Total égal.	20.947^{f},90

Le projet a été rédigé et exécuté, par M. de Beaucé, ingénieur ordinaire, sous la direction de M. Leclerc, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

XXIII

SIGNAUX POUR LES TEMPS DE BRUME.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Trompette à air comprimé.
Exposition dans le parc.

Les signaux à faire pendant les brumes, pour indiquer aux navigateurs l'entrée d'un port ou la position d'un danger, ont été l'objet de nombreuses études faites tant en France qu'à l'étranger, et surtout aux États-Unis d'Amérique, où ces redoutables phénomènes sont beaucoup plus fréquents que sur notre littoral.

Les armes à feu devant être écartées à raison des inconvénients et même des dangers attachés, sinon à leur emploi, du moins aux approvisionnements qu'elles exigent, les appareils successivement expérimentés par les ingénieurs du service central des phares ont été les cloches, les timbres, les gongs, une sorte de grande crécelle en bois en usage en Orient, les feuilles métalliques, les sifflets et les trompettes. Il a été jugé que ce dernier instrument, alimenté avec de l'air comprimé, promettait la plus longue portée à condition d'être convenablement disposé. Malheureusement nos facteurs ne se sont pas montrés très-soucieux de se livrer à des essais qui pouvaient être dispendieux, dont le résultat

devait leur paraître douteux, et auxquels ne les incitait pas l'espoir d'un grand débit en cas de succès. C'est à un physicien anglais, M. Holmes, que des expériences relatives à l'éclairage électrique avaient conduit à Paris, et qui, depuis plusieurs années, s'occupait de signaux acoustiques, que sont dues les dispositions dont la commission des phares a proposé l'adoption après un mûr examen. L'administration des travaux publics a accueilli cet avis, et a ordonné l'application du nouveau système sur plusieurs points de notre littoral.

Le mécanisme se compose d'une pompe à air, d'un réservoir et de la trompette.

La pompe comprend deux cylindres à deux pistons qui sont mis en mouvement par des roues dentées, non pas circulaires, mais elliptiques, et tournant autour de l'un de leurs foyers.

Le réservoir consiste en deux cylindres verticaux en tôle. Il est muni d'une soupape de sûreté, d'un manomètre et d'un robinet pour l'échappement de l'air dans la trompette. L'air y est comprimé à la pression de $1^{at},65$ environ.

La trompette a 2 mètres de hauteur, se termine par un pavillon recourbé à angle droit, et est munie d'un vibrateur métallique qu'on règle à volonté entre certaines limites. Elle se place verticalement sur le tube de jonction des deux cylindres et peut tourner librement autour de son axe. Une chaîne mue par un excentrique lui imprime un mouvement circulaire de va-et-vient dans un espace angulaire de 180°. Le robinet d'introduction de l'air est alternativement ouvert et fermé par un mécanisme analogue. Dans l'appareil exposé, la durée du son produit est de deux secondes et celle des intervalles silencieux est de dix secondes. La durée de la rotation de la trompette autour de son axe est calculée

de manière que l'émission du son se fasse successivement dans diverses directions.

Le mécanisme peut être mis en mouvement par un manége à chevaux ou par une petite machine à vapeur. Dans ce dernier cas, la dépense de combustible s'élève de 5 à 6 kilog. par heure.

On a admis des interruptions dans le jeu de la trompette, afin de rendre les sons plus perceptibles, de réduire les dépenses, et de permettre d'adopter des notations assez tranchées pour prévenir les confusions entre les divers points qui auront des signaux de ce genre.

Dans une expérience qui a été faite à Paris en présence de la commission des phares, la trompette à air comprimée a été entendue, par une petite brise de vent debout, à une distance de $6^{km},5$, alors qu'une cloche en acier du poids de 125 kilogrammes n'envoyait des sons distincts qu'à 2 kilomètres environ.

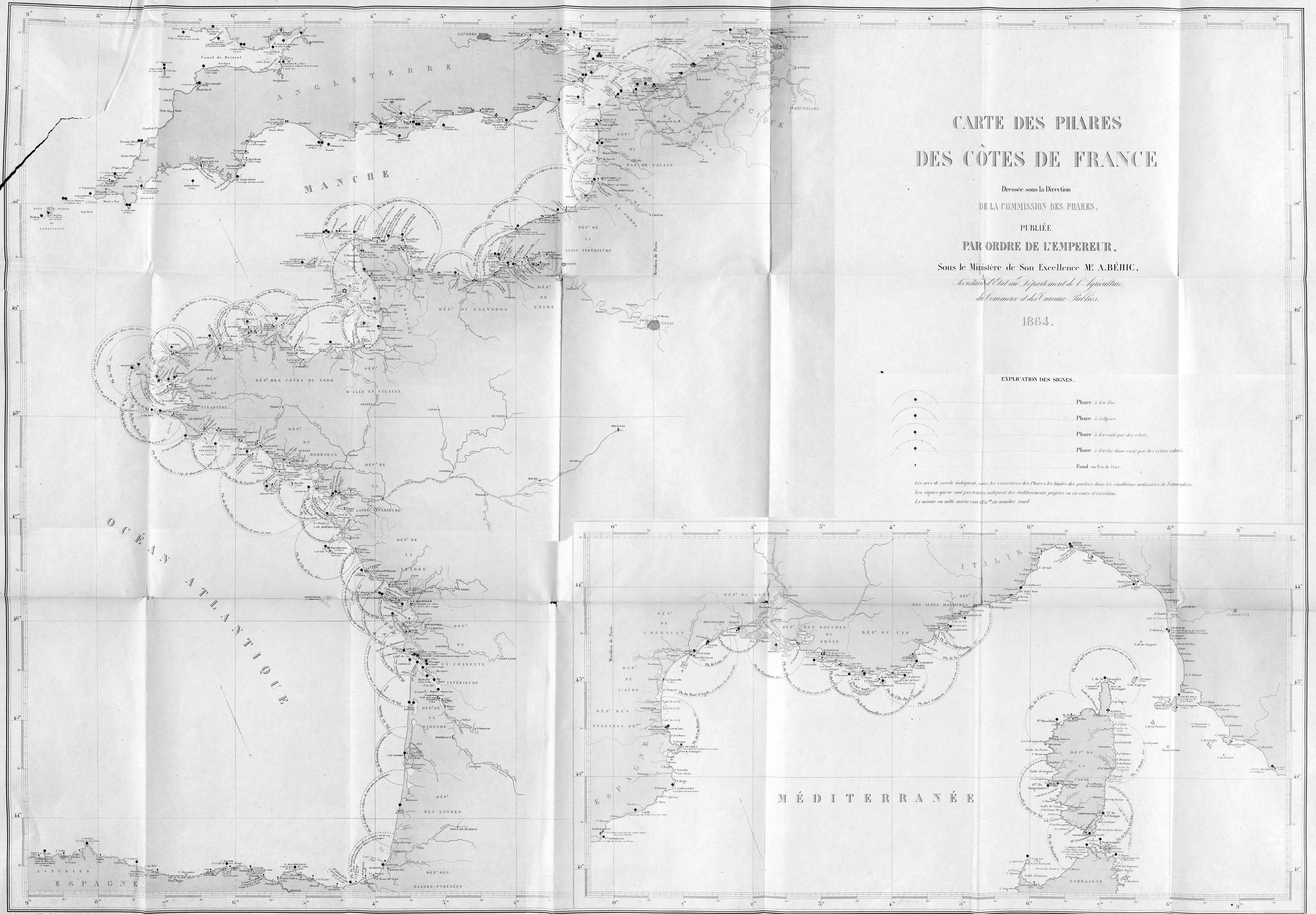
Les pêcheurs de l'île de Molène ont affirmé avoir entendu une trompette de ce genre, qui était essayée sur l'extrémité nord-ouest de l'île d'Ouessant, par un temps calme à près de 15 kilomètres de distance.

L'appareil complet, composé de la pompe, des réservoirs et de la trompette, coûte 5.900 fr.



TABLE

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Cᵉ, rue Racine, 26.


CARTE DES PHARES
DES CÔTES DE FRANCE
Dressée sous la Direction
DE LA COMMISSION DES PHARES.
PUBLIÉE
PAR ORDRE DE L'EMPEREUR,
Sous le Ministère de Son Excellence Mr. A. BÉHIC,
Secrétaire d'Etat au Département de l'Agriculture,
du Commerce et des Travaux Publics.
1864.
EXPLICATION DES SIGNES.
Phare à feu fixe.
Phare à éclipses.
Phare à feu varié par des éclats.
Phare à feu fixe blanc varié par des éclats colorés.
Fanal ou Feu de Port.
Les arcs de cercle indiquent, outre les caractères des Phares, les limites des portées dans les conditions ordinaires de l'atmosphère.
Les signes qui ne sont pas teintés indiquent des établissements projetés ou en cours d'exécution.
La minute ou mille marin vaut 1852m, en nombre rond.
ANGLETERRE
MANCHE
OCÉAN ATLANTIQUE
MÉDITERRANÉE
ITALIE
ESPAGNE
ASTURIES
BELGIQUE
Le plan gravé par Collin — La lettre par Isid. Dalmont — La teinte par Nyon.

PARIS. — IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Cᵉ, RUE RACINE, 26.